This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

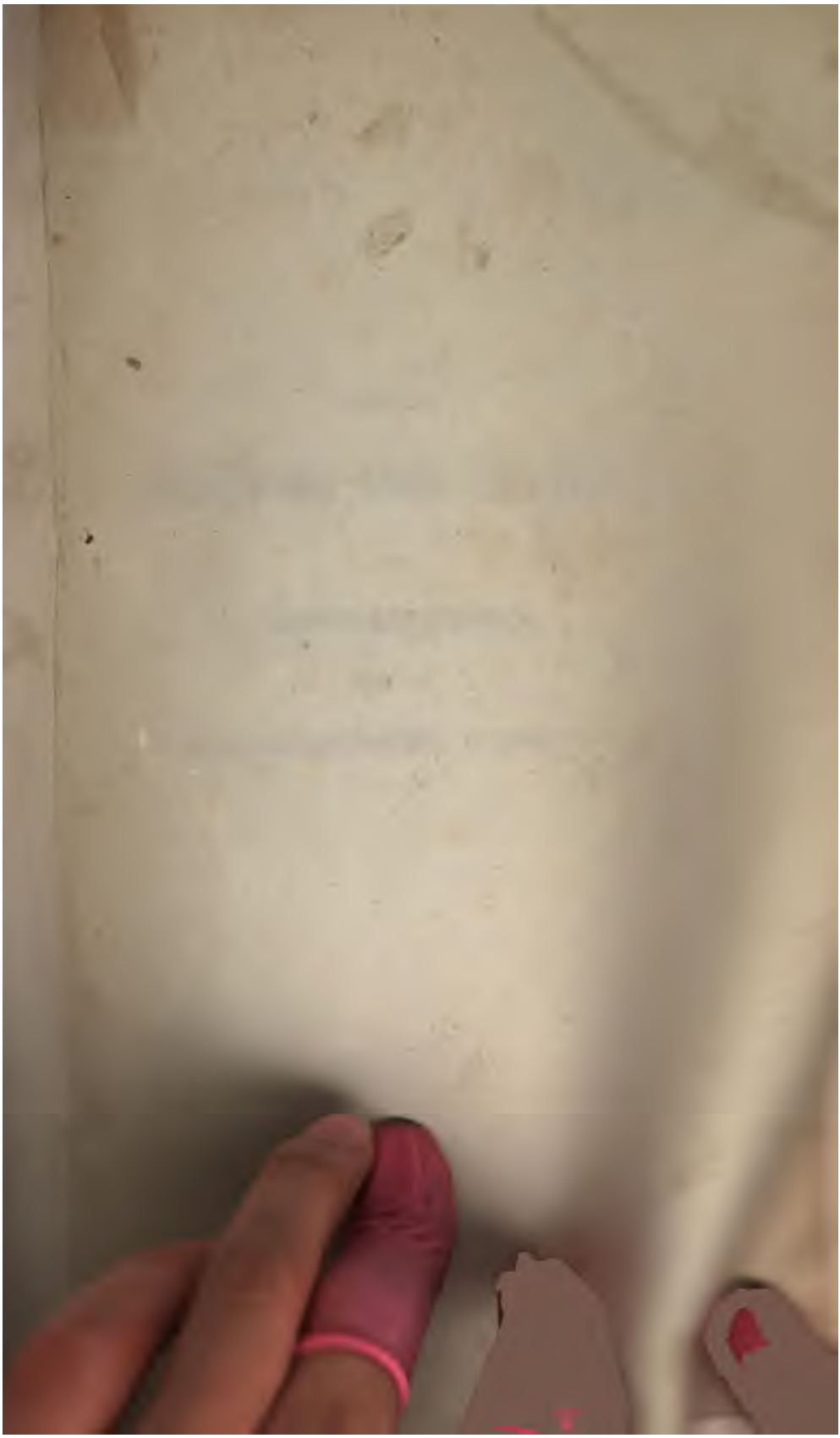
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

F25
B2G31
v.1



ÜBER DIE

BALTIMORE-OHIO-EISENBAHN

IN

NORDAMERIKA

UND DIE

NORDAMERIKANISCHEN LOKOMOTIVE.

DIE

BALTIMORE-OHIO-EISENBAHN

ÜBER DAS

ALLEGHANY-GEBIRG

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER

STEIGUNGS- UND KRÜMMUNGSVERHÄLTNISSE

UNTERSUCHT VON

CARL GHEGA,

DOCTOR DER MATHEMATIK, K. K. INSPECTOR DER ÖSTERR. STAATS-EISENBAHNEN, EHEMALIGEM BEVOLLMÄCHTIGTEM OBER-INGENIEURE DER A. PRIV. KAISER FERDINANDS-NORDBAHN, MITGLIEDE MEHRERER GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN ETC. ETC.,

AUF SEINER REISE IN DEN

VEREINIGTEN STAATEN VON NORDAMERIKA.

MIT EINER

BESCHREIBUNG UND BERECHNUNG ÜBER DIE LEISTUNGSFÄHIGKEIT EINIGER

NORDAMERIKANISCHEN LOKOMOTIVE,

UND EINER VERGLEICHENDEN BERECHNUNG DER LOKOMOTIV- UND PFERDEKRAFT BEI VERSCHIEDENEN BAHNSTEIGUNGEN.

MIT EINER LANDKARTE

UND EINEM

ATLAS VON 19 ZEICHNUNGSTAFELN.

WIEN.

GEDRUCKT BEI A. STRAUSS SEL. WITWE & SOMMER.

1844.

St

RP recat.

TF 25
B2 G31
v.1

H2733

SEINER EXCELLENZ

DEM HOCHWOHLGEBORNEN HERRN HERRN

CARL FRIEDRICH

FREIHERRN KÜBECK VON KÜBAU,

HERRN UND LANDSTANDE IN TYROL, BÖHMEN, MÄHREN UND SCHLESIEN, KANZLER UND GROSSKREUZ DES ÖSTERR. KAISERL. LEOPOLD-ORDENS, RITTER DES KÖNIGL. UNGAR. ST. STEPHAN-ORDENS, RITTER DES RUSS. KAISERL. ORDENS DES HEIL. ALEXANDER NEWSKY, GROSSKREUZ DES KÖNIGL. BAYER. ST. MICHAEL-ORDENS UND RITTER DES RUSS. K. K. ST. STANISLAUS-ORDENS II. CLASSE, K. K. WIRKLICHEN GEHEIMEN RATHE, PRÄSIDENTEN DER K. K. ALLGEM. HOFKAMMER UND DER K. K. HOFKAMMER IM MÜNZ- UND BERGWESEN, WIRKLICHEN MITGLIEDE DER K. K. LANDWIRTHSCHAFTS-GESELLSCHAFT IN WIEN, EHRENMITGLIEDE DER MÄHRISCH-SCHLESISCHEN GESELLSCHAFT DES ACKERBAUES, DER NATUR- UND LANDESKUNDE UND DER ACKERBAUGESELLSCHAFT IN KRAIN, DANN EHRENMITGLIEDE DER KAISERL. ACADEMIE DER VEREINIGTEN BILDENDEN KÜNSTE UND DES NIEDERÖSTERR. GEWERBVEREINES ETC. ETC.

IN TIEFSTER EHRFURCHT GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Euer Excellenz!

Als ich mir die ehrfurchtsvolle Freiheit nahm, **Euer Excellenz** meine Relation über die nordamerikanischen Eisenbahnen, welche ich auf Staatskosten bereiste, ergebenst vorzulegen, geruhten **Hochdieselben** mein Elaborat mit huldvoller Nachsicht aufzunehmen, und ich wiederhole für diese mir zu Theil gewordene Gnade meinen unterthänigsten Dank.

Bei meinem dermaligen Berufe halte

ich die Anwendung der gesammelten Erfahrungen für eine Pflicht, die ich mir stets gegenwärtig halten und nach Kräften zu erfüllen bemüht sein werde.

Das rege Interesse, welches das gebildete Publikum an dem Eisenbahnwesen nimmt, munterte mich auf, Einiges von dem, was ich durch meine Beobachtungen und Ansichten in Folge meiner Reise zu liefern vermochte, zu veröffentlichen.

Dass mir **Euer Excellenz** nicht nur hierzu die gnädige Erlaubniss zu ertheilen, sondern auch zu gestatten geruhten, mein Buch mit **Hochdero** gefeierten Namen, der auch in der Geschichte der österreichischen Staats-Eisenbahnen stets unvergesslich bleiben wird, zu schmücken, kann allein diesem kleinen Werke jenen Werth verleihen, den es sich schwerlich durch seinen inneren Gehalt zu erwerben ver-

mocht hätte. — Für diese hohe Gnade geruhen **Euer Excellenz** den Ausdruck der wärmsten Dankbarkeit, der tiefsten Verehrung und der ehrfurchtsvollen Anhänglichkeit huldreich zu genehmigen, womit ich verharre

Euer Excellenz

unterthänigster

Carl Ghega.

Vorwort.

*Nachdem ich bereits in den Jahren 1836 — 37 die belgischen und englischen Bahnen besichtigt, durch viele Jahre im Gebiete des Eisenbahnwesens Einiges geleistet, hiebei auch, wie ich mir schmeichle, so manche Erfahrungen gesammelt hatte *), trat ich auf allerhöchsten Befehl* ***Sr. Majestät des Kaisers*** *von Oesterreich*

*) *Mit Bewilligung der hohen Staats-Verwaltung wurde mir im Jahre* 1836 *die Ehre zu Theil, an dem Unternehmen der a. p. Kaiser-Ferdinands-Nordbahn — der ersten Locomotiv-Bahn in Oesterreich — in der Eigenschaft eines bevollmächtigten Ober-Ingenieurs Theil zu nehmen, und mich dabei ununterbrochen bis über die Hälfte des Jahres* 1840 *zu verwenden; während welcher Zeit ich die Projectirung der Strecken von Rabensburg bis Brünn und von Lundenburg bis Olmütz (27 österr. Post-Meilen), dann die Leitung des Baues von Rabensburg bis Brünn und von Lundenburg bis Spittinau (20 österr. Post-Meilen) und des Betriebs auf ersterer Strecke, endlich die Ausmittlung und vorläufige Projectirung einer Eisenbahnlinie zur Verbindung der Nordbahn mit Prag über Brünn und über Olmütz besorgte.*

im Monate Februar 1842 eine Reise nach den vereinigten Staaten von Nord-Amerika zu dem Ende an, um die neuesten Fortschritte des dortigen Eisenbahnwesens kennen zu lernen.

Bald nach meiner im Monate August desselben Jahres erfolgten Rückkunft verfasste und unterbreitete ich Sr. Excellenz dem Herrn Hofkammer-Präsidenten eine Relation über die Ergebnisse meiner, bei der Besichtigung der vorzüglichsten Eisenbahnen (39 an der Zahl und etwa 1500 englische Meilen in der gesammten Länge) gemachten Erhebungen, und ich hegte damals schon den Wunsch, diese Relation, insoferne sie doch Einiges Annehmbare enthalten dürfte, möglichst bald der Beurtheilung des Publikums zu unterziehen.

Allein, die Pflichten meines Berufes lassen mir nur wenige Mussestunden, um die zum Drucke erforderliche Umarbeitung gedachter Relation bewirken zu können, und so muss sich mein guter Wille und meine beste Absicht vor der Hand auf vorliegende kleine Schrift beschränken.

Ich habe es vorgezogen, dieses Werkchen, statt dasselbe mit mannigfaltigen Beschreibungen mehrerer Bahnen zu füllen, einer kurzgefassten Untersuchung der alleinigen Baltimore-Ohio-Eisenbahn desshalb zu widmen, weil, meinem Erachten nach, deren Bau und Betrieb die lehrreichsten Erfahrungen über fast alle, im Gebiete des Eisenbahnwesens vorkommenden Fragen darbietet.

Bei günstigem Terrain unterliegt es keiner besonderen Schwierigkeit eine Locomotivbahn anzulegen und dabei, in Beziehung auf Neigungs- und Krümmungs-Verhältnisse, gewisse Grenzen nicht zu überschreiten. Ja es liesse sich sogar in einem solchen Falle die häufige Brechung gerader Linien, so wie die Annahme stärkerer Steigungen für einzelne Strecken durch die blosse Verminderung der Bau-Erfordernisse schwerlich rechtfertigen, weil die dabei beabsichtigte Ersparung an Anlagskosten den daraus entspringenden geringeren Effect der Locomotiv-Kraft und die damit verbundene Störung im Betriebe kaum aufwiegen würde.

Anders verhält es sich aber bei Anlegung von Eisenbahnen auf schwierigem Terrain durch Thäler und über Gebirge. Hier erfordert die Lösung der Aufgabe einen viel grösseren Spielraum in der Bestimmung der Neigungs- und Krümmungs-Verhältnisse und in der Anwendung der Locomotiv-Kraft, um nicht durch eine unnöthige Aengstlichkeit, einestheils die Oekonomie zu beeinträchtigen, anderntheils den Betrieb mittelst Locomotive dort aufzugeben, wo noch dieses Fortschaffungsmittel vorzugsweise mit Vortheil angewendet werden kann.

Dieser Gegenstand umfasst die Behandlung vielfältiger Fragen, die zum Theil nur im Gebiete der Wissenschaft, zum Theil aber auch auf Grund der Erfahrung eine befriedigende Lösung erhalten können. Empirische Grund-

sätze, blosse Vorliebe für diese oder für jene Einrichtung, vorgefasste Ansichten über ein gewisses Normal-Steigungs-Verhältniss, über einen bestimmten Normal-Krümmungs-Halbmesser, sind dem Gedeihen des Eisenbahnwesens nur hinderlich. Heutzutage, wo das allgemeine Bedürfniss nach schnellen Communicationen eine ausgedehntere Anwendung der Schienenwege immer mehr wünschenswerth macht; wo diese Letzteren die wichtige Rolle übernehmen, weite Verbindungen über Thäler und Gebirge herzustellen, und die übrigen bestehenden Communications-Mittel zum Theil zu verdrängen; wo Alles im grossen Massstabe betheiliget ist: der Unternehmer mit Millionen, das Publikum mit dem gegenseitigen Verkehre, ist ein gründliches Verfahren bei gehöriger Würdigung, einerseits des Umfanges der Leistung der bestehenden Triebmittel, anderseits der Mangelhaftigkeit einiger Einrichtungen mehr als je nothwendig: zumal, bei grossen Eisenbahnunternehmen, aus den Unvollkommenheiten eines nicht durchdachten Systems nur grosse Verschwendung an Geld und oft auch an Zeit, entspringen können.

Die Baltimore-Ohio-Eisenbahngesellschaft hat sich schon von gewissen Grenzen hinsichtlich der Steigungen und Krümmungen unabhängig gemacht, und in Beziehung auf die Gattung des Fortschaffungsmittels gibt es für dieselbe keine Frage, keine Alternative mehr.

Sie hat nemlich durch Anwendung der bisher

auf der östlichen Hemisphäre für Locomotivbahnen nicht gewagten scharfen Krümmungen und starken Steigungen thatsächlich bewiesen, dass in den meisten Fällen von vorkommenden Terrainshindernissen die Anlegung von Bahnkrümmungen mit kleinen Halbmessern und starken Bahnsteigungen, den Bau bedeutend zu erleichtern und manche kostspielige Objecte entbehrlich zu machen vermag, ohne dabei dem ungehinderten Betriebe mit Locomotiven in Weg zu treten.

Kaum war der Gedanke gefasst, eine Seilbahn mit stehenden Maschinen für den steilen Uebergang, Parrs-spring-ridge genannt, in Anwendung zu bringen, als er, in dem gegründeten Anbetrachte, wie derlei Systeme auf die Betriebsökonomie nachtheilig und auf den Verkehr hemmend einwirken, auch wieder aufgegeben und beschlossen wurde, lieber zu der Anwendung thierischer Kraft als Fortschaffungsmittel seine Zuflucht zu nehmen.

Die Betriebsweise mit Pferdekraft wurde zwar ursprünglich für die ganze Bahn angenommen, und auf der eröffneten ersten Bahnabtheilung auch wirklich angewendet, bald aber als den sich immer steigernden Anforderungen des Verkehrs nur unvollkommen entsprechend erkannt. Man liess daher nach und nach an die Stelle der Thier- die Locomotivkraft eintreten, und durch die endliche Abschaffung der Pferdebahn am Scheidepunkte „Parrs-spring-

ridge" brachte man den Grundsatz völlig in Ausführung, weder stationäre noch Pferdekraft, sondern durchgehends nur Locomotive als Fortschaffungsmittel anzuwenden.

Auf solche Art vermochte die Baltimore-Ohio-Eisenbahngesellschaft, einen Schritt nach dem andern, trotz vielfälliger Terrainschwierigkeiten, mittelst eines verhältnissmässig einfachen und wohlfeilen Baues eine nutzbringende Locomotivbahn ins Leben zu rufen. Diese Bahn wird bald die Hauptkette der Alleghany-Gebirge überschritten haben. Sie wird zwar weder die prachtvollen Bauwerke und sinnreichen Einrichtungen der London - Birmingham - Bahn, noch die Erstaunen erregende Anordnung des London-Blackwall-Seilzuges, noch die grossartige Anlage der Lütticher schiefen Ebene aufzuweisen haben, dafür wird sie aber darthun, dass man bei einer wohlberechneten Tracirung der Bahnlinie solche grossartige Schauwerke und zu sehr erkünstelte Einrichtungen auch entbehren, durch einen einfacheren und wohlfeileren Bau einen complicirteren kostspieligeren ersetzen, und zugleich die Benützung der Locomotive, als ausschliesslich bewegende Kraft, auch bei kühnen Neigungs- und Krümmungs-Verhältnissen mit dem erwünschten Erfolge annehmen könne.

Die ausschliessliche Anwendung dieses Fortschaffungsmittels ist gegenwärtig in Nord-Amerika ein Ziel, nach welchem jeder erfahrene

und unbefangene Ingenieur bei Anlegung von Eisenbahnen strebt.

*In dieser Beziehung herrscht dort nur eine Meinung, zu der sich in der neuesten Zeit die englischen Ingenieurs ebenfalls hingeneigt zu haben scheinen, indem auch sie endlich, seit der Anlegung der London-Birmingham- und der London-Blackwall-Eisenbahn stärkere Bahnneigungen für den ausschliesslichen Gebrauch der Locomotive angenommen, dafür keine schiefen Ebenen im Vereine mit stehenden Maschinen mehr, und nur wenige Tunnels, und zwar nur da angelegt haben, wo durch Anbringung derselben die Ersteigung bedeutenderer Höhen auf lohnende Art vermieden werden konnte *).*

Unter allen auf Eisenbahnen bestehenden Triebmitteln ist doch die Locomotive als die dem practischen Gebrauche zusagendere und weniger complicirte bewegende Kraft anzusehen.

Ob die Clegg'sche Einrichtung der atmosphärischen Kingston- und Dalkey-Eisenbahn auch für grosse Handelslinien und für Gebirgsbahnen eine wahrhaft practische Anwendung an der Stelle des gegenwärtigen Locomotiv-Systems

---

*) *Die Bahn von London nach Bristol (Great Western) hat bei Box eine etwa 3 Meilen lange Strecke mit 1 zu 100; auf der Birmingham-Gloucester-Eisenbahn hat die 2¼ Meilen lange Strecke bei Brownsgrowe 1 zu 37 5 Steigung; die Bahn von Glasgow nach Cowlairs in Schottland hat die Steigung 1 zu 40 auf einer Länge von 1½ Meilen.*

finden könne, muss erst, bei sorgfältiger Erwägung aller Vor- und Nachtheile dieser zwei Fortschaffungsmittel auf eine gründliche Weise theoretisch und praktisch nachgewiesen werden.

Auf Grundlage der neuen Theorie des Chev. de Pambour und mit gehöriger Berücksichtigung der in Nord-Amerika aus der Erfahrung geschöpften praktischen Daten, habe ich die Leistungsfähigkeit einiger nordamerikanischen Locomotive der Berechnung unterworfen, um die Resultate darzustellen, welche aus der Benützung dieses Fortschaffungsmittels unter gewissen horizontalen und vertikalen Projections-Verhältnissen der Bahn und bei einem durchschnittlich günstigen und ungünstigen Zustande der Oberfläche der Bahnschienen zu erwarten sind. — Hiebei habe ich die eigentliche Zugkraft der Lokomotive jedesmal aus ihrer durchschnittlichen Adhäsionskraft abgeleitet.

Weil nun von nordamerikanischen Locomotiven die Rede ist, so schien es mir geeignet, einige Andeutungen über den nordamerikanischen Locomotivbau, so wie hauptsächlich über jene in der neuesten Zeit an demselben angebrachten Verbesserungen beizufügen. Diesen Andeutungen gehet aber einiges über den Unterbau, so wie über die verschiedenen Oberbau-Systeme der Baltimore-Ohio-Eisenbahn voraus, und eine vergleichende Berechnung der Locomotiv- und Pferdekraft schliesst diese Schrift.

I. ABSCHNITT.

KURZE DARSTELLUNG DER HORIZONTALEN UND VERTIKALEN PROJECTIONS-VERHÄLTNISSE.

Die Baltimore-Ohio Eisenbahn-Gesellschaft im Staate Maryland in Nordamerika hat sich sowohl durch die Grossartigkeit ihres Unternehmens, als auch durch die vielfältigen technischen Versuche, welche sie, zur Verbesserung des Baues und des Betriebes ihrer Bahn, anzustellen bemüht war, im höchsten Grade um das Eisenbahnwesen verdient gemacht, wie diess aus den Ergebnissen eigener Untersuchungen der Bahn in nachstehender Abhandlung leicht gefolgert, oder zum Theil auch aus dem Geschichtlichen der jährlichen Berichte der Direction an die Gesellschaft — *annual reports of the president and Directors to the stockholders of the Baltimore and Ohio Rail Road company* — ersichtlich wird.

Die Besichtigung dieser Bahn muss bei dem Techniker das grösste Interesse erregen: denn er sieht an einem aufgelassenen Geleise die Spuren

des schon lange ausgehobenen Oberbaues, welcher mit Flachschienen auf steinernen Langschwellen gelegt war; an dem andern Geleise sind die Flachschienen auf hölzernen Gerippen theilweise schon verworfen und durch breitfüssige Kantschienen, die auf Querschwellen gelegt sind, ersetzt; er bemerkt bei jedem Schritte, mit welcher Geschicklichkeit die Richtung der Eisenbahn, durch die wohlberechnete Anwendung von mehr oder weniger scharfen Krümmungen, dem sich schlängelnden Laufe der Flüsse und Thäler angepasst wurde, um Tunnels und andere kostspielige Kunstobjecte zu vermeiden; und wenn er zur Untersuchung der Neigungsverhältnisse und des Betriebes der Bahn übergehet, so findet er darin Manches, woraus er erst für künftige ähnliche Fälle einigermassen Anhaltspuncte finden kann.

Die Bestimmung der Baltimore-Ohio Bahn ist, so wie Alles in Nordamerika, lediglich eine commerzielle; sie hat nemlich zum Zwecke, den Staat von Maryland schon von der Chesapeake-Bay mit dem Ohio-Gebiete in Verbindung zu setzen, um vorzüglich die Producte des Bodens des fruchtbaren Gebietes von Cumberland und von dem Ohio, als: Getreide, Mehl, Holz u. dgl. — die sonst die Richtung auf dem Ohio und Missisippi nach New-Orleans nehmen würden — nach Baltimore zu ziehen und als Rückfracht die Colonial- und Manufacturwaaren aus den atlantischen Handelsplätzen zu liefern.

Die Bahn geht von Baltimore, und zwar von dem Mittelpuncte der Stadt aus, erreicht bei Elkridge das Patapasco-Thal, wo erst die Bahn nach Washington, als Flügel „*the Washington Branch*" der Baltimore-Ohio Eisenbahn „*of the Main Stem*" ausästet; zieht sodann am linken Ufer des Patapasco-Flusses hinauf, und übersteigt nach zweimaliger Übersetzung dieses Flusses schon einen Bergrücken, nemlich die Wasserscheide Parrs spring ridge zwischen dem Patapasco und den Potomac-Gewässern, in einer Höhe von ungefähr 820 Fuss über dem atlantischen Ocean; senkt sich sodann in das Thal des Monocacy-Flusses, und nachdem sie bei Point of Rocks das linke Ufer des Potomac-Stromes erreicht hat, steigt sie wieder diesem Flusse entlang, und erreicht — den Staat Maryland verlassend — Harpers Ferry am rechten Ufer des Potomac-Stromes, den sie daselbst mit einer hölzernen Brücke übersetzt. Ungefähr am Halbwege zwischen der Parrs spring ridge und Point of Rocks gehet von der Hauptbahn nordwärts eine $3\frac{1}{2}$ Meilen lange Seitenbahn nach der Stadt Friederik, welche, so wie der Washington Branch, der Baltimore-Eisenbahn-Gesellschaft angehört. Taf. I.

In Harpers Ferry selbst, einer, vorzüglich wegen der dort befindlichen, der vollstreckenden Regierung der vereinigten Staaten gehörigen Gewehrfabrik, wichtigen Fabrikstadt, mündet die Winchester Potomac in die Baltimore-Ohio Eisenbahn ein. Von Harpers Ferry aus gehet Letztere, nun im Ge-

biete des Staates Virginia, an dem rechten Ufer des Stromes hinauf, setzt abermals über denselben, und führt — in den Staat Maryland neuerdings eintretend — nach Cumberland. Von hier nimmt die Eisenbahn die Richtung über Wills' creek und ersteigt die östliche Abdachung des Alleghany Gebirges, dessen Hauptrücken sie bei Sand patch in einer Höhe von 1670 Fuss über der Stadt Cumberland und 2290 Fuss über dem atlantischen Ocean, und zwar mittelst eines ungefähr 2700 Fuss langen Tunnels überschreitet, welcher 150 Fuss tief unter der daselbst befindlichen Einsattlung anzulegen kommt. Von diesem die Wasserscheide zwischen den Zuflüssen des Potomac- und jenen des Ohio-Stromes bildenden Gebirgsrücken, senkt sich die Linie auf dem westlichen Abhange des Alleghory längs des Casselmans, dann des Youhiogany-Flusses ins pensylvanische Gebiet hinab, und nachdem sie die zwei Wasserscheiden zwischen letzterem und dem Monongahela-Flusse, und zwischen diesem und dem Ohio-Strome überschritten hat, windet sie sich an den Whellinger-Bach abwärts, und erreicht an der Stadt Wheeling den Ohio-Strom und zugleich den Staat dieses Namens, wo sie nach der gesammten Länge von 375,4 Meilen endlich ausmündet.

Ungefähr eine Meile unterhalb der Stadt Brovnsville soll eine 53 Meilen lange Flügelbahn dem Flusse Monongahela entlang hinaufziehen und nach Pittsburg führen.

Dieses grossartige Unternehmen wurde zwar von der Legislatur des Staates Maryland einer Privatgesellschaft überlassen; allein derselben traten der Staat von Maryland selbst, der Staat Virginia, dann die Städte Baltimore und Wheeling, und später auch der Staat Pensylvanien als Actionäre mit einem bedeutenden Antheile bei. Die Concession wurde im Monate Februar 1827 ertheilt, der Bau der Bahn erst im Juli 1828 begonnen, und eine Strecke davon schon im Jahre 1831 dem Verkehre eröffnet.

Die 81 englische Meilen lange Strecke von Baltimore nach Harpers Ferry befindet sich bereits seit dem Jahre 1835 im Betriebe; die zweite Strecke von Harpers Ferry bis Hancock 42 Meilen lang, ist erst im Monate Mai 1842 eröffnet worden, und die Fortsetzung der Bahn bis Cumberland schreitet gegenwärtig ihrer Vollendung entgegen.

Die Wahl der Linie unterlag, wie am geeigneteren Orte angeführt werden wird, einer Reihe von Untersuchungen und Vergleichungen, deren Ergebnisse von der Direction in der Form eines Berichtes *) zur Benützung für die Actionäre durch den Druck veröffentlicht wurden. In diesem Berichte ist nun Strecke für Strecke, mittelst Ziffern dar-

*) Dieser Bericht führt den Titel: „*Report upon the surveys for the extension of the Baltimore Ohio rail road, from its present termination, near Harpers Ferry on the Potomac, to Wheeling and Pittsburg on the Ohio River.*“

gethan, dass die oben kurz beschriebene Linie unter allen übrigen möglichen Linien, mit denen streckenweise der Vergleich angestellt wurde, die zweckmässigste sei.

Folgende Übersicht bietet die technischen und ökonomischen Verhältnisse der einzelnen Strecken, aus welchen die gewählte Linie besteht, dar; wobei zu bemerken ist, dass die Bahn von Baltimore bis Harpers Ferry ein doppeltes Geleise hat, von Harpers Ferry angefangen aber bis Wheeling ein einzelnes Geleise erhält, und der Oberbau — mit Ausnahme einer 40 Meilen langen Strecke zwischen Baltimore und Harpers Ferry, wo noch die alten Flachschienen liegen, — aus breitfüssigen gewalzten Rails, welche auf Querschwellen, die durchgehends auf Unterlagshölzern (Sills) ruhen, bestehet.

Zur Seite 6.

Kosten der rdarbeiten, auerwerke und Brücken	Kosten eines einfachen Bahngeleises	Gesammt-kosten
n Dollars	in Dollars	in Dollars
—	*)	4,003,240
1,852,650	1,081,122	2,933,772
1,442,261	782,804	2,225,065
236,783	275,590	512,373
420,299	243,607	663,906
440,034	499,963	939,997
383,405	314,270	697,675
—	—	11,976,028

r Strecke beliefen sich im Jahre 1842,

Der Situationsplan und das Längenprofil der Bahn von Baltimore bis Wheeling sind auf der Tafel I. Fig. 1 und 2 dargestellt, aus Fig. 3 ist ferner das Längenprofil der umgestalteten Strecke an der Parrs spring ridge in grösserem Massstabe ersichtlich. Das stärkste Neigungsverhältniss kommt an dem Übergange dieses Bergrückens vor, beträgt 1 zu 64, und erstreckt sich auf 2 Meilen auf der östlichen und auf $2\frac{3}{4}$ Meilen auf der westlichen Abdachung. Das zur Ersteigung der eigentlichen Wasserscheide des Alleghany-Gebirges ausgemittelte Neigungsverhältniss fiel günstiger aus, indem es bei dem Übergange über den Hauptrücken, Sand patch Summit genannt, nur 1 zu 80, zum Theile auch 1 zu 93 beträgt; jedoch erstreckt es sich an der westlichen Abdachung des Hauptrückens auf die ununterbrochene Länge von 23 Meilen, und an der westlichen Abdachung auf 5 Meilen Länge. Bei dem Übergange der zwei Bergrücken, Bradocks und Posts Summit genannt, war es möglich das Gefäll von 1 zu 100 nicht zu überschreiten; vor Wheeling musste aber eine Steigung von 1 zu 75 mit der Anlegung eines 300 Fuss langen Tunnels in Verbindung gebracht werden. In der Richtung von Harpers Ferry nach Wheeling kommt der erste Tunnel zwischen Hancock und Cumberland, und zwar an dem Übergang über den Hügel Doe Gulley in der Länge von 1000 Fuss, vor. Der zweite, zugleich der grösste Tunnel, ist für den Übergang über den Hauptrücken des Alleghany-Gebirges an dem Sand

pateh Summit in der Länge von etwa 2640 Fuss angetragen. Die Baukosten für diesen in Felsen zu bearbeitenden Tunnel sind auf 100,000 Dollars, also zu 300 Dollars pr. current Yard Unterbau veranschlagt. Zwischen dem Sand patch Summit und dem Gouhioghany River muss die Bahn den Pinkertons-Hügel durchschneiden, welches die Anbringung eines dritten, 1000 Fuss langen Tunnels nöthig macht. Der vierte, jedoch nur 150 Fuss lange Tunnel wird 1,2 Meilen vor dem Übergangspunkte über den Monongahela anzulegen sein; endlich kommen der fünfte und sechste Tunnel in der letzten Bahnabtheilung, und zwar der Eine an dem Griffiths-Hügel 400, der Andere, eine Meile von der Stadt Wheeling selbst bei dem Cats House, 300 Fuss lang, vor. Mit der Anbringung aller dieser Tunnels stehet immer die Ersparung einer lohnenden Höheersteigung in Verbindung, indem Tunnels überhaupt in Nordamerika nur dann angewendet werden, wenn die dazu erforderlichen Anlagekosten den, durch die abgeschnittene Höhe minder erforderlichen Betriebskosten das Gleichgewicht halten können; oder, mit einem Worte, wenn ihre Anwendung einen entschiedenen ökonomischen Vortheil darbietet. Tunnels zur Abschneidung von scharf vortretenden Bergausläufen werden in der Regel nicht angelegt *); was auch sehr

*) Erst im Laufe des Baues der Strecke von Hancock nach Cumberland fand man für zweckmässig, an die Stelle des Ein-

begreiflich ist, wenn man erwägt, dass durch Krümmungen von 573 und auch 400 Fuss Halbmesser fast jedem, wenn auch noch so schwierigen Terrain, eine Bahnlinie ohne Tunnel abzuzwingen möglich ist. Die meisten und schärfsten Krümmungen kommen auf der bereits seit mehreren Jahren im Betriebe befindlichen ersten Strecke von Baltimore bis Harpers Ferry vor.

Die 67 englische Meilen lange Strecke von Baltimore bis Point of Rocks besteht nemlich aus 33 Meilen gerader Linien und 34 Meilen Krümmungen; dafür ist aber auf dieser Strecke die Anlegung von Tunnels durchaus vermieden, und die Herstellung von Kunstobjecten auf das Nothwendigste beschränkt. Krümmungen mit dem Halbmesser von 570 bis 390 Fuss kommen so häufig vor, dass sie die Gesammtlänge von mehr als $6\frac{1}{2}$ Meilen ausmachen, und dennoch wird bei deren Befahrung die durch Beobachtung wahrgenommene Geschwindigkeit von 19 bis 20 englischen Meilen nicht gemässiget, sondern immer beibehalten, ohne dass irgend eine Störung an dem Wagenzuge wahrzunehmen wäre.

Um der Schwungkraft bei Krümmungen entgegen zu wirken, wurde nun, so wie in Europa,

---

schnittes bei Paw Paw ridge einen 320 Fuss langen Tunnel anzulegen; mithin sind die Tunnels auf der ganzen Hauptlinie 7 an der Zahl, und ihre gesammte Länge beläuft sich auf 5810 Fuss. Dieser Tunnel erscheint in obiger Übersicht nicht.

auch in Nordamerika die Einrichtung getroffen, den äusseren Schienenstrang *AB* höher zu legen als die inneren *CD*, wozu die von Pambour aufgestellte Formel gilt *). Auf der Baltimore-Bahn bot aber zugleich die Geleiseweite *ab* Taf. III. Fig. 1, welche überhaupt um $\frac{3}{4}$ Zoll grösser ist, als die Spurweite *cd* der Radkränze, bei Krümmungen einen um $\frac{3}{4}$ Zoll noch grösseren Spielraum dar, wodurch so wie durch den kegelförmigen Zuschnitt des Radreifes *RrrR* es nur möglich ist, dass bei der Schwungkraft, welche der Wagenzug gegen die äussere Schiene *A* Fig. 2 drängt, der Spielraum gänzlich an der innern Seite *B* der Krümmung bleibt, wobei an dieser Seite die Räder mit dem kleinen Durchmesser *cd*, also mit einer verhältnissmässig kleineren Peripherie laufen, als diess auf geraden Linien der Fall ist, während die Räder an der entgegengesetzten Seite mit den in demselben Verhältnisse grösseren Durchmesser *ab*, d. i. mit einer grösseren Peripherie laufen, somit die Räder des Wagenzuges auf der äusseren Schiene eine grössere Distanz zurücklegen müssen, als jene, welche die Räder auf der gegenüberliegenden innern Spur

Taf. III. Fig. 1.

*) Chev. de Pambour's Werk ins Englische übersetzt ist auch in Nordamerika schon in der zweiten Ausgabe gedruckt worden. — Die zweite Ausgabe führt den Titel: „*A practical treatise on locomotive Engines upon Railways etc. second American Edition to which is added an appendix showing the expense of conveying goods by Locomotive Engines on Railroads; and a new Theory of the steam Engine by the Chew. F. M. G. de Pambour etc. Philadelphia, Carey et Hart* 1840."

beschreiben, wie diess durch die konische Form der Radfelgen schon beabsichtet ist, um den Unterschied in der Länge der zwei Spuren auszugleichen.

In der zweiten amerikanischen Ausgabe des Werkes von P a m b o u r, ist aus der bekannten Formel

$$y = \frac{e V^2}{g r}\left(r - \frac{a D}{r (r + e)}\right) - \frac{e D}{r + e},$$

wo D den Durchmesser des Rades, r den Halbmesser der innern Krümmung und e die Hälfte der Geleiseweite in Fussen, V die Geschwindigkeit des Wagenzuges pr. Secunde ebenfalls in Fussen, g die Schwerkraft, repräsentirt durch 32 Fusse, $\frac{1}{a}$ die Neigung des Radkreises und y den gesuchten Höhenunterschied der äussern über die innere Bahnschiene ausdrückt, folgende Tabelle berechnet:

Angabe der Werthe von D, e und a in Fussen	Krümmungs-Halbmesser r in Fussen	Höhen-Unterschied y in Fussen bei einer Geschwindigkeit pr. Stunde von		
		10 Meilen	20 Meilen	30 Meilen
		Zolle	Zolle	Zolle
Durchmesser der Räder 3 Fuss . . .	250	1,14	5,60	12,99
Geleiseweite der Räder 4 Fuss 8½ Zoll	500	0,57	2,83	6,56
Neigung des Radreifes wie 1 zu 7 . .	1,000	0,29	1,43	3,30
Wie oben bemerkt, beträgt der Spielraum der Radkränze in dem Bahngeleise auf der Baltimore-Ohio Eisenbahn 1¼ Zoll.	2,000	0,15	0,71	1,65
	3,000	0,10	0,47	1,10
	4,000	0,07	0,36	0,83
	5,000	0,06	0,28	0,66

Da ohnehin in Nordamerika nur auf wenigen Bahnen mit einer Geschwindigkeit über 20 Meilen sonst in der Regel mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit von 18 bis 20 Meilen pr. Stunde gefahren wird, so kommen die Resultate der vierten Rubrik obiger Tabelle niemals in Anwendung. Auf der Baltimore-Ohio Eisenbahn wird seitdem der Oberbau meistens erneuert, und die Bahn selbst an manchen Stellen in ihrer horizontalen Projection modificirt wurde, bei der Personenbeförderung mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit von 16 Meilen mit Einschluss der Aufenthaltszeit gefahren *); wesshalb bei der Legung der neuen Schienen in den Bahnkrümmungen die Resultate der dritten Rubrik obiger Tabelle zur Richtschnur dienten. Folgendes ist übrigens ein Auszug der geführten Reise-Notate, aus welchem zu entnehmen, ist, wie die Personenfahrt auf der Baltimore-Ohio Eisenbahn vor sich gehet:

---

*) Nur auf wenigen Bahnen, wo der Oberbau noch in schlechtem Zustande sich befindet, wird mit der Geschwindigkeit von 15 Meilen, sonst aber in der Regel mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit, ohne Einrechnung der Aufenthalte, von 20 — 22 Meile pr. Stunde gefahren. Auf der Bahn von Boston nach Lovelt beträgt die Geschwindigkeit 24⅕, auf der Bahn von Boston nach Providence von 29⅕ Meile pr. Stunden. Nur das häufige Ein- und Absteigen macht es, dass die Aufenthalte etwa ⅕ der Fahrtzeit in Anspruch nehmen.

PERSONEN-FAHRT

auf der 81 Meilen langen Strecke von Baltimore nach Harpers Ferry und zurück.

Am 4. Mai 1842 in der Richtung von Baltimore nach Harpers Ferry.

		h	′	
Baltimore Einsteige-Station	ab	7	20	mit Pferden
Maschinen-Station ausser der Stadt	an	7	30	
detto detto	ab	7	36	mit Locomotive
Station Elk Ridge	an	7	56	
» » »	ab	8	1	
» Ellicotts Mills	an	8	21	
» » »	ab	8	36	
Station	an	8	51	
»	ab	8	52	
» Sykesville	an	9	38	
» »	ab	9	42	„
Station Parrs spring		10	24	50 durch
» New Market	an	10	46	
» » »	ab	10	51	
» Frederick Branch	an	11	15	30
» » »	ab	11	21	
Station	an	11	40	30
»	ab	11	41	30
» Point of Rocks	an	11	57	30
» »	ab	12	—	—
Harpers Ferry Ankunft		12	42	

Am 5. Mai 1842 in der Richtung von Harpers Ferry nach Baltimore.

		h	′	
Harpers Ferry	ab	8	51	„ mit Loco-
Knoxville	an	9	11	30 motive
»	ab	9	12	—
Berlin	an	9	19	30
»	ab	9	20	—
Point of Rocks	an	9	42	30
» »	ab	9	45	30
Frederick Branch	an	10	22	—
» »	ab	10	25	—
New Market	an	10	52	—
» »	ab	10	55	—
Station	an	11	9	—
»	ab	11	13	30
Station Parrs spring	an	11	25	—
» »	ab	11	25	30
Sykesville	an	11	56	30
»	ab	12	2	—
Ellicotts Mills	an	12	54	—
» »	ab	12	56	30
Elk Ridge		1	14	durch
Maschinen-Station ausser der Stadt	an	1	38	
detto detto	ab	1	40	mit Pferden
Baltimore Ankunft		1	51	

Hieraus ergibt sich die Aufenthaltszeit von 46 Minuten hin und 25 zurück; die Geschwindigkeit mit Pferden von 10, mit Locomotiven von 19 Meilen pr. Stunde, und die durchschnittliche Geschwindigkeit für die ganze Fahrt, mit Einschluss der Aufenthaltszeit auf den Stationen zum Ein- und Absteigen, Wassereinnehmen u. s. w., von 16 Meilen pr. Stunde.

Bei Führung der Bahn über den Potomac nach Harpers Ferry, war wirklich ein sehr verwickelter Knoten zu lösen, indem man dabei an mehrere Rücksichten gebunden war.

Harpers Ferry liegt nemlich an der Vereinigungsstelle des Shenandoch-Flusses mit dem Potomac-Strome, und zwar am rechten Ufer von diesem und am linken Ufer von jenem. Zwischen dem Orte und dem Flusse ziehet in einer südlichen Richtung die nach Winchester führende Eisenbahn *(Winchester and Potomac Rail road)*, mit welcher die Baltimore-Ohio sich vereinigen musste, und dieses bildete die erste zu erfüllende Bedingung.

Die zweite lag darin, dass in Harpers Ferry selbst die Gewehrfabriken der Föderativ-Regierung sich befinden, welche es zur Bedingung gemacht hatte, die Linie bei Harpers Ferry in der Art zu bestimmen, dass die Regierungsgebäude durchaus vermieden werden sollten, so dass der Baltimore-Ohio Gesellschaft nichts Besseres übrig blieb, als zur Fortsetzung der Eisenbahn gegen Cumberland die Linie ausserhalb Harpers Ferry, und zwar längs der River Wall des Potomac zu führen.

Die Übersetzung des daselbst 750′ breiten Potomac-Stromes, und des mit dessen linkem Ufer parallel laufenden Chesapeak and Ohio-Canals, bildete die dritte Bedingung, die zu erfüllen war.

Allen diesen Anforderungen wurde durch die Anlegung einer Brücke, deren horizontale Projection (Tafel IV. Fig. 1) aus zwei gekrümmten Theilen *AB*, *CD* und aus zwei geraden Theilen *AB*, *BC* zusammengesetzt ist; dann durch Anwendung von Krümmungshalbmessern von 300 Fuss für die gekrümmten Theile der Brücke und von 200 Fuss für die an den westlichen Theil der Brücke sich anschliessende Strecke, entsprochen. An diesen über alle Massen scharfen Wendungen liegt der äussere Rail 4—5 Zoll höher als der innere, und diese bedeutende Erhöhung wurde durch Unterlegung eigens geformter Sattel unter den eigentlichen Chairs, erzweckt. Die Legung der Bahn auf der erst erneuerten Brücke über den Potomac, war im Monate Mai 1842 noch im Bau begriffen; jedoch war die Verbindung eines Ufers mit dem andern und mit der Bahnstrecke nach Cumberland bereits hergestellt. Taf. IV.

Das oben erwähnte Höherlegen der äussern Schiene konnte für Krümmungen auf offenem Lande und für Halbmesser angewendet werden, bei welchen noch ein passendes Verhältniss zwischen der Länge des innern und jener des äussern Rail vorhanden ist. Aber für jene durch die Stadt Baltimore gehende Bahnstrecke, wo einerseits die Führung der Bahn von einer Gasse in die andere, die Taf. II.

Anlegung von Krümmungen mit sehr kleinem Halbmesser z. B. von 60, 50, 40 Fuss und noch darunter bedingte, anderseits das Höherlegen eines Rail über den andern, wegen der freien Circulation des gewöhnlichen Fuhrwerkes durch die Stadtgassen, niemals gestattet werden könnte, war es nöthig, ein anderes Mittel anzuwenden, um dennoch das ungehinderte und gefahrlose Durchlaufen der Wagenzüge in scharfen Krümmungen gesichert zu wissen.

Um der Schwungkraft entgegen zu wirken und damit auch der Ungleichheit in der Länge der zwei Schienenstränge im Bogen abzuhelfen, lässt man die Räder der Wagen an der äussern Seite der Krümmung, statt mit ihren konischen Felgen, mit ihren Spurkränzen auf der Schiene laufen, während die Räder auf dem gegenüberliegenden innern Schienenstrang, wie gewöhnlich, mit ihren Felgen auf der Schiene gehen, ihr Spurkranz jedoch durchgehends von einer an der Schiene selbst angebrachten Nuthe *a* Fig. 4, 5, 6 geleitet, und dadurch verhindert wird, aus der Spur zu weichen. Da nun die Oberfläche beider Schienen und mit ihnen das Strassenpflaster in einer und derselben Ebene liegen, so behält der Wagenzug während seines Durchlaufens in der Krümmung eine gegen den Mittelpunct derselben geneigte Stellung, wodurch die beabsichtigte Reaction gegen das Streben der Schwungkraft hervorgebracht wird.

Taf. III.

Da ferner der Durchmesser der auf der äussern Seite der Krümmung laufenden Wagenräder

in der Wirklichkeit um die zweifache Spurkranzbreite *bc* Fig. 4 vergrössert wird, so müssen sie einen verhältnissmässig weiteren Weg zurücklegen als jener ist, welchen die Räder der innern Seite in gleicher Zeit zu machen angewiesen sind, wie es im Allgemeinen die Ungleichheit der Länge der Halbmesser, womit die zwei mit einander concentrisch liegenden Bahnspuren beschrieben sind, erfordert.

Weil nun der Radspurkranz und durch ihn die Vergrösserung des Raddurchmessers eine constante Grösse ist, so wird zur richtigen Anwendung der obigen Anordnung ebenfalls ein constanter Krümmungshalbmesser vorausgesetzt. Diess ergibt sich deutlich aus Folgendem.

Wenn obige Bezeichnungen beibehalten werden, dann ν das Verhältniss des Kreisumfanges zum Durchmesser, w die Anzahl der Graden der Bahnkrümmung und s die Breite des Spurkranzes, in der Verlängerung des Raddurchmessers gemessen, ausdrückt, so wird die Länge der innern Schienenspur $= 2r\nu . \frac{w}{360^\circ}$, jene der äussern $= \frac{2w\nu}{360^\circ}(r+2e)$ sein.

Zur Zurücklegung dieses bestimmten Weges machen die Räder eine gewisse Anzahl Umdrehungen, welche, für das innere Rad $= \frac{2\nu wr}{D\nu 360^\circ}$, und für das äussere Rad — welches, mit Inbegriff des Spurkranzes $D+2s$ zum Durchmesser hat —

$$= \frac{2w\nu(r+2e)}{360^\circ(D+2s)\nu}$$

ist; da die beiden Räder in derselben Zeit den Weg durchlaufen müssen, so muss die Anzahl der Umdrehungen der innern und äussern Räder gleich sein; folglich ist

$$\frac{r}{D}=\frac{r+2e}{D+2s},\ s=\frac{eD}{r},\ \text{und}\ r=\frac{De}{s};$$

woraus erhellet, dass wenn s, e und D constante Grössen sind, auch D unveränderlich sein muss. Da nun der Durchmesser der Wagenräder gewöhnlich 3o″, die Breite des Spurkranzes $1\frac{1}{2}$″ beträgt, so ist die oben beschriebene Vorrichtung für einen Krümmungshalbmesser von ungefähr 5o Fuss berechnet.

Für jene Bahnkrümmungen, welche den Übergang von einer Gasse in die andere bilden, ist es, bei der regelmässigen Anlage der nordamerikanischen Städte, nicht sehr schwer die oben angetragene Grösse des Krümmungshalbmessers herauszubringen, oder wenigstens nicht so sehr davon abzuweichen. Aber, ausser solchen Wendungen, gibt es andere Krümmungen, die dazu dienen, die Hauptbahn mit den darneben liegenden Lagermagazinen, Waaren- und Passagier-Stationen in Verbindung zu setzen; und, da die überall verschiedene Lage dieser Objecte, wie auch die dazu erforderliche Anzahl von Geleisen, viele Combinationen nöthig machen, welche oft die Anwendung von viel kleinern Krümmungshalbmessern als 5o Fuss bedingen, so ist in solchen Fällen mit der Anwendung der oben beschriebenen Anordnung eine Hemmung

in der Bewegung der auf der innern Schiene laufenden Wagenräder, somit auch eine grössere Reibung verbunden.

Dieser Fall tritt eben im Innern der Stadt Baltimore und zwar, unter Anderem, bei dem Netze von Ausweichungen ein, welche, wie Fig. 1 Taf. II. zeigen, zu der Einfahrt von der Hauptbahn in die Passagier-Station und umgekehrt dienen. Die Geleise der Station sind mit der Hauptbahn mittelst der Krümmungen *AB*, *CD*, *EF*, welche beziehungsweise mit dem Halbmesser von 55. 55. 35. und 30 Fuss beschrieben sind, in Verbindung gesetzt, und für alle diese Krümmungen ist das oben beschriebene System angewendet, bloss mit dem einzigen Unterschiede, dass bei den Krümmungen *EF*, Fig. 1 Taf. II. die Nuthe der einen Schiene, welche sonst $1\frac{1}{4}$ Zoll breit ist, die Breite von $2\frac{1}{4}$ Zoll hat; welches einen grösseren Spielraum dem Spurkranz gestattet, und die Reibung zum Theil vermindert.

Man hat zwar versucht, das gedachte System dahin zu modificiren, dass die Ungleichheit zwischen den laufenden Peripherien der äussern und innern Wagenräder, jedesmal in einem richtigen Verhältnisse zu dem betreffenden Krümmungshalbmesser ausfallen sollte; allein die dazu ersonnenen Vorrichtungen gewährten, ihrer Complicirung halber, nur an wenigen Orten befriedigende Resultate, und so blieb man bei dem oben beschriebenen Systeme, welches sich durch seine Einfachheit und practische Ausführbarkeit besonders empfiehlt.

Bei der Constructionsart der amerikanischen achträdrigen Wägen, deren Untergestelle, jedes zu zwei nur 3 Fuss von einander entfernt liegenden Axen, sich unabhängig das Eine von dem Andern, in die Richtung der Krümmung stellen, und die Räder sich sanft an den Rand des äussern Rails anschmiegen; dann bei dem Umstande, dass im Innern der Stadt nur mit Pferden und zwar mit der mässigen Geschwindigkeit von 6 bis höchstens 8 Meilen pr. Stunde gefahren wird, welche sich in den Krümmungen bedeutend reduzirt; da, endlich, die Wagen schon in der Station von einander losgemacht werden, und jeder für sich bespannt mit drei oder höchstens vier Pferden, durch die Stadt gezogen wird; so kann die Reibung auch bei jenen Krümmungen, deren Halbmesser unter oder über das Normalmass von 50 Fuss ausfallen, von keinem Belange sein, und es zeigt sich auch wirklich in der Praxis, dass das Durchlaufen der Wagen in solchen Krümmungen sowohl bei dem Übergange von einer Gasse in die andere, als auch beim Einlenken in die Stationen und Magazine, ohne Gefahr und ohne auch nur die geringste Störung, vor sich gehen kann, obwohl die Krümmungshalbmesser verschiedener Grösse sind.

Die Pferdebahn im Innern der Stadt Baltimore gehet durch eine Hauptstrasse, Pratt Street genannt, und schliesst sich an die Eisenbahn, welche durch Fleet Street ziehet, und die Endstrecke der Bahn von Baltimore nach Philadelphia bildet. (Fig. 2. Taf. II.)

Diese Pferdebahn im Innern der Stadt Baltimore ist also ein gemeinschaftliches Glied, welches die Baltimore-Ohio mit der Baltimore-Philadelphia Eisenbahn in Verbindung setzt; sie bildet aber zugleich für die Stadt eine Hauptbahn, von welcher aus eine Unzahl von Nebengeleisen ausästen, durch Seitengassen gehen, und viele bis an die Docks reichen, so dass unmittelbar vom Schiffe die Güter auf die Wagen geladen, und auf der Eisenbahn mittelst Pferde weiter befördert werden.

Die Pferdebahn in der Stadt Baltimore besteht durchgehends aus Flachschienen *(Plattrails)* gelegt und befestigt auf granitenen Langblöcken, welche, wie das Profil, Fig. 7 Taf. III. zeigt, mit dem Strassenpflaster in einer und derselben Ebene sich befinden. Die granitenen Langblöcke sind verschiedener Länge, liegen in einer Schichte von festeingebettetem Schotter, greifen aber in diese tiefer hinunter als die Pflastersteine, und schliessen sich dicht an dieselben und an einander (Fig. 1 Taf. II. und Fig. 8, 9 Taf. III.), so dass an eine Verschiebung der granitenen Langschwellen nicht zu denken ist. In diesen Langblöcken sind auf den geraden Strecken, der Länge nach, kleine Rinnen parallel mit einander in einem gleichen Abstande wie die Spurweite der Wagen eingehauen; an deren äusserem Rande sind die Flachschienen befestigt, und so muss der Spurkranz der Wagenräder in den Rinnen laufen. Für die gekrümmten Bahnstrecken bleibt sich die Unterlage gleich, die Schienen aber

Taf. III.

sind, der oben beschriebenen Vorrichtung gemäss, zweierlei Gattung; für die innere Spurlinie wendet man nemlich gusseiserne Schienen, welche 4 Fuss lang, 5 bis $6\frac{1}{4}$ Zoll breit, und $2\frac{3}{4}$ bis 3 Zoll dick sind, an; während, für die äussere, gewalzte Flachschienen genommen werden, die 5 Fuss lang, $3\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{2}$ Zoll dick sind.

Die Befestigung sowohl der äussern als der innern Schienen wird dadurch bewirkt, dass sie in eine, in den genannten Schwellen durchgehends ausgemeisselte Höhlung eingelassen, und mit Nägeln festgehalten werden, so dass sich, wie Fig. 6 und 7 Taf. III. darstellen, die Oberfläche der Schienen in einem vollkommen gleichen Niveau mit der Oberfläche der granitenen Schwellen und des Pflasters befindet.

Höchst einfach ist die Vorrichtung bei den Bahnkreuzungen und Ausweichungen. In der Tafel III. Fig. 3 ist die Art der Verbindung der drei Bahnen der Station in Baltimore in der Strecke *ABCD*, wo sie sich durchkreuzen, so wie die Form des an dem Kreuzpuncte *G*, *H* u. s. w. angebrachten gusseisernen Herzstückes ersichtlich gemacht.

Um aus einer Bahn in die andere einzulenken, dienen die Ausrückzungen *ab*, *a'b*; diese drehen sich um den Punct *a*, *a'* Fig. 3, und es wird ihnen die Stellung, die sie in der Figur selbst haben, oder die punktirte *a' b*, *a' b* angewiesen, je nachdem die Bahnen *CGHLLMN* und *DGKHMB*, oder die Bahn *QPCHOL* befahren werden sollen.

Will man nemlich von der Bahn $DQRH$ in die Bahn $QPCHOL$ einlaufen, so muss die Zunge ab geöffnet werden, und die punctirte Stellung ab' einnehmen; wo dann die äussern Räder auf den Bahnschienen HO gehen, und die Zunge $a'b$ durch das Einlaufen der inneren Räder geöffnet wird. Bleibt die Zunge ab in der Stellung, welche die Fig. 3 andeutet, so läuft der Zug in das gerade Geleise $QGKHMB$ ein. — Will man hingegen von der Bahn $CSLT'$ in die Bahn $SGHTMN$ übergehen, so muss die Ausrückzunge $a'b$, wie die Fig. 3 zeigt, geschlossen bleiben; wo alsdann die Räder auf den Schienensträngen SGH, TMN zu laufen gezwungen sind. Die Stücke $LMN, a'GHHMB, aGK$ sind gewöhnliche Flachschienen, liegen aber, und mit ihnen auch die Leitflügel, etwas erhöht über das Niveau der breiten Flachschienen HOV. Die Ausweichzungen $ab, a'b$ werden ohne aller Vorrichtung von dem Zugführer selbst gerückt, und wenn sie zum Aus- oder Einlaufen der Züge geöffnet werden, wird zwischen die Zunge und die Schiene ein Holzklötzchen gelegt, damit nicht etwa die Zunge durch zufällige Verschiebung in eine falsche Richtung gerathe.

Die Behandlung der Ausweichungen und die Benützung der Krümmungen ist demnach eben so einfach und practisch, als sinnreich. Die Führung der Eisenbahnen bis ins Innere der Städte, wie auch die damit in Verbindung stehende Anwendung der Pferdekraft, bewährt sich als eine sehr zweck-

mässige Einrichtung, denn hiedurch können die Reisenden, ohne Zeitverlust und ohne Unkosten für Omnibus, schon vom Mittelpuncte der Stadt aus, die Eisenbahn benützen, was sich vorzüglich zur Nachtzeit als höchst bequem bewährt. Eben so können die Güter bis in die Stadt auf der Eisenbahn befördert, und durch die oben erwähnten Nebenbahnen in die Magazine der Kaufleute abgeliefert werden, und umgekehrt.

Diese Bahn durchschneidet also die Kette der Alleghany-Gebirge, und übersteigt ihren Hauptrücken in einer Höhe von 2850 Fuss über dem atlantischen Ocean; sie setzt über drei untergeordnete Wasserscheiden, durchzieht vier der wichtigsten Staaten der Union, und erhält nebst drei Flügelbahnen, deren gesammte Länge 97 Meilen beträgt, die ununterbrochene Länge von $374\frac{1}{2}$ Meilen. Mit dieser Bahn sind unter andern Gefällsverhältnissen von $\frac{1}{133}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{75}$ und $\frac{1}{64}$, und mehrere Krümmungen mit 573 Fuss, auch einige mit 500, 409, 300 und 200 Fuss Halbmesser, jedoch nur wenige Tunnels, 5 an der Zahl, der gesammten Länge von 5810 Fuss (1780 Yards) verbunden *).

*) Bei Anlegung der London-Birmingham Bahn, welche in den Jahren 1836—1837 erfolgte, hatte Stephensons den Grundsatz aufgestellt und befolgt, nicht das Gefälls-Verhältniss von 3 zu 1000 zu überschreiten. Die Bahn geht nicht über Gebirge noch durch Thäler, sondern sie durchzieht ein günstiges, nur etwas coupirtes Gelände; misst die Gesammtlänge von nur 110 Meilen, und hat dennoch nebst einer Un-

Der bereits eröffnete Theil der Bahn wird von der Maschinenstation bei Baltimore angefangen durchgehends und ausschliesslich mit Locomotive befahren, und eine und dieselbe Bewegkraft ist für die ganze Hauptbahn, so wie für die Nebenbahnen angenommen. Die Anlagkosten für die Hauptbahn sind ins Gesammte auf etwa 12 Millionen Dollar angeschlagen.

---

zahl von andern prachtvollen aber kostspieligen Bauwerken, 7 Tunnels, welche bei Primrose-Hill, Kensol, Green, Watford, Leeghton, Weedin, Kilsby und Berhswell vorkommen, und insgesammt die Länge von 6658 Yards haben, wovon jener bei Kilsby allein die Länge von 2398 Yards misst, und dessen Erbauung den Betrag von 300,000 Pfund Sterling in Anspruch nahm. — Auf der 117¼ Meilen langen Bahn von London nach Bristol-Great Western Railway kommen 7 Tunnels der gesammten Länge von 5120 Yards vor, wovon der Box-Tunnel allein die Länge von 3123¼ Yards hat.

II. ABSCHNITT.

UMGESTALTUNG EINER PFERDE- IN EINE LOCOMOTIVBAHN AUF DER STRECKE AN DER PARRS SPRING RIDGE.

Wie oben erwähnt wurde, überschreitet die Bahn schon in der ersten Strecke die Wasserscheide zwischen dem Patapasco- und dem Potomac-Gewässern, Parrs spring ridge genannt, welche 820 Fuss über dem atlantischen Ocean sich erhebt. Die Steigung der Bahn auf der östlichen Seite zunächst der Übergangsstelle beträgt 1:64, und eben so viel auf der westlichen Seite das Gefäll, und zwar in der Länge von 2 englischen Meilen diessseits und $2\frac{3}{4}$ englischen Meilen jenseits. Ein gewöhnlicher Passagier-Train legt die jenseitige Strecke aufwärts in 13, und die jenseitige Strecke abwärts in 6 Minuten zurück, woraus sich die Geschwindigkeit im erstern Falle von 13 Meilen pr. Stunde ergibt.

Taf. I. Fig. 3. Zur Übersteigung des Bergrückens an der Parrs spring ridge wurden aber ursprünglich zwei schiefe Ebenen östlich von dem Theilungspuncte, und ebenfalls zwei westlich von demselben angewendet, wovon die ersteren beziehungsweise die Länge von 2150 und 3000 Fuss die Neigung von

1:27 und 1:30, mit Ebenen von 1000 und 1900 Fuss Länge, das Gefäll von 1:36 und 1:25 hatten.

Der Übergang von der einen Abdachung zur andern hatte die Länge von 600 Fuss und war horizontal angelegt, die zwei schiefen Flächen waren an jeder Seite mit einander durch eine horizontale Strecke von 4000 Fuss verbunden, wo man anfangs beabsichtigte, diese sieben Strecken mit Seilbahnen zu betreiben, welche von feststehenden Maschinen bedient werden sollten, eine Einrichtung, deren Ausführung jedoch unterblieb, indem man damals auf der ganzen Bahn den Betrieb mit Thierkraft vorzog *). Im Verlaufe der Zeit zeigte

*) Der Verfasser hat in seiner, der hohen Regierung unterbreiteten Relation über die nordamerikanischen Eisenbahnen, actenmässig dargethan, dass in Nordamerika keine Seilbahnen mehr angelegt, und dass die schon bestehenden nach und nach abgeschafft und für Locomotiven umgestaltet werden. So hat z. B. die Gesellschaft der Albany Schenectady Eisenbahn beschlossen, die zwei an den Endpuncten der Bahn bestehenden schiefen Ebenen mit stehenden Maschinen aufzugeben, und mit einer Locomotivbahn zu ersetzen. An dem westlichen Ende der Philadelphia-Columbia Eisenbahn wurde eine schiefe Ebene von einer stehenden Maschine bedient, in Folge Beschlusses der Staats-Legislatur von Philadelphia vom 16. Juni 1836 abgeschafft, und mit einem Aufwande von 120,000 Dollars in eine zur Benutzung der Locomotiven geeignete Strecke umgestaltet, und mit einer späteren Resolution des Congresses wird ein ähnliches für die Aufhebung der östlichen schiefen Ebene bei Philadelphia angeordnet.

Endlich wurde vom Staate Pensylvanien mit derselben Resolution vom 16 Juni 1836 beschlossen, Erhebungen Be-

es sich aber, dass die Benützung der Thierkraft als Fortschaffungsmittel weder der Öconomie noch den Anforderungen des Verkehres entsprechend sei; und im Jahre 1835 fing man damit an, den Betrieb der Bahn abwechselnd mit Locomotiven und mit Pferden zu verrichten; später aber steigerte mit dem Verkehre sich auch das Bedürfniss, die Thier- mit der Locomotiv-Kraft durchgehends zu ersetzen, was auch nach und nach geschah, mit Ausnahme der steileren Flächen an der Parrs Spring Wasserscheide, und der Endstrecke in Baltimore, auf der Ersteren desshalb nicht, weil den im Jahre 1836 angestellten Versuchen zu Folge, jene steilen Strecken zu einem befriedigenden Gebrauche für Locomotive als nicht geeignet sich dargestellt haben; auf Letzterer aber, weil Sicherheitsrücksichten für die Stadt Baltimore, die Benützung der Locomotive bis ins Innere der Stadt nicht gestatteten.

Das Bedürfniss die Locomotive als Fortschaffungsmittel auch für die schiefen Flächen an der

---

hufs der Verfassung eines Projectes zur Errichtung einer Locomotivbahn von Harrisburg nach Pittsburg vornehmen zu lassen, um die Alleghany Portage Eisenbahn mit ihren zehn Seilstrecken, bedient von eben so vielen Paaren stationärer Dampfmaschinen aufzugeben. Der Plan hierzu wurde schon von dem Ingenieure Ch. L. Schlotter, dem Hause der Repräsentanten von Pensylvanien vorgelegt, und nur die gegenwärtigen Geldbedrängnisse des Staates konnten dessen Ausführung verzögern.

Pars spring ridge anzuwenden, machte sich aber immer mehr und mehr fühlbar, denn einmal verursachte die Benützung der Thierkraft eine sehr störende Verzögerung in dem Transporte, da die Geschwindigkeit bei Beförderung der Passagiere um die Hälfte, bei der Frachtverführung aber um zwei Drittel minder als jene bei dem Betriebe mit Locomotiven war; überdiess berechnete man, dass bei der Thierkraft die eigentlichen Fortschaffungsauslagen in jener kleinen Strecke von $3\frac{1}{2}$ Meile den Mehraufwand von 20,000 Dollars in Anspruch nahmen *). Es wurden zwar, wie oben bemerkt, im Jahre 1836 Versuche angestellt, um die steileren Stre-

---

*) *The expenses both of repairs and of transportation were greatly increased by the condition of the road, the interruption of the plans (Parrs spring ridge) and the employment of horse power at that point and at the city depots).*

The renovation of the unsound parts of the road, and the alteration in the plans, assumed, therefore, indispensably necessary to any succesful scheme of economy, and to these objects the board promptly directed their attention. It is believed, that the alteration in the plans will diminish the actual expenses for transportation at that point (Parrs spring ridge) more than 20,000 Dollars per annum, besides the saving in wear and tear of machinery. In locomotive power, and in vehicles of transportation, the saving will be not less than one third. In the conveyance of passengers the expedition will be greatly increased, and in the transportation of burden, the time will be diminished one half, so that the company, may be able to double the amount of transportation at an expense of little, if any, more than that at present incurred. (Vergleiche: Zwölfter Bericht der Direction an die Gesellschaft, gedruckt in Baltimore im Jahre 1838.)

cken an der Parrs spring ridge mittelst Locomotiven zu übersetzen; allein die Ergebnisse fielen nicht sehr befriedigend aus, indem bei günstiger Jahreszeit mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 5 Meilen pr. Stunde, eine Locomotive auf den minder steilen Strecken bloss die Brutto-Last von 14 Tonnen, auf den steilern aber nur kaum die Hälfte dieser Last fortzuschaffen vermochte; und es drang sich hiebei die Bedenklichkeit auf, dass bei ungünstigeren Witterungsverhältnissen, wo gewöhnlich die Schienen glatt oder schlüpfrig sind, somit ein grösserer Theil der Adhäsion der Locomotive auf die Bahnschienen verloren gehet, die Locomotive nicht einmal im Stande sein dürfte, obige, ohnehin nicht befriedigenden Leistungen, zu liefern. Gleichwohl gab man den Plan, die Parrs spring ridge mittelst Locomotiven zu übersteigen, nicht auf; und schon damals wurde die Möglichkeit ausgesprochen, durch Umlegung einer ungefähr 5 Meilen langen Bahnstrecke, eine zweckmässigere Vertheilung der Höhen für die zur Ersteigung der Wasserscheide Parrs spring neu zu entwickelnde Bahnlinie zu erzielen, und somit die Übergangsstrecke an gedachter Wasserscheide durchgehends mit Locomotiven zu befahren.

Die Ausführung dieses Planes musste aber, wegen Geldverhältnisse der Gesellschaft, noch einige Jahre auf sich beruhen, bis endlich auf die kräftige Vorstellung des Eisenbahn-Comité im Jahre 1838 die Gesellschaft die Umgestaltung der Bahn-

strecke über den Parrs-Rücken beschloss, und beginnen liess.

Der Bau wurde in der ersten Hälfte des Jahres 1839 ausgeführt; die umgebaute Strecke erhielt die obenangeführten Steigungsverhältnisse von 1 : 64 und wurde nur um $\frac{3}{4}$ Meilen länger als die aufgelassene Strecke; wobei zwar für die neue Bahnstrecke, bezüglich der zu übersteigenden Höhe des Bergrückens sehr wenig gewonnen wurde, indem die Übergangs-Einsattlung beiläufig an derselben Stelle wie früher beibehalten werden musste; aber eine zweckmässige Vertheilung des Gefälls an der zu übersteigenden Höhe dennoch bezweckt wurde. Die Benützung der Thierkraft wurde sogleich aufgegeben, und seit dem Monate Juni 1839 wird der Betrieb durchaus mit Locomotiven, und zwar mit einem befriedigenden Erfolge verrichtet; so dass schon im Jahre 1840 die am Parrs spring ridge bewerkstelligte Umänderung ihren wohlthätigen Einfluss, sowohl auf den Verkehr als auf Erträgniss der Bahn, äusserte.

Folgende Übersicht zeigt das Verhältniss der eigentlichen Fortschaffungsauslage zu der Brutto-Einnahme für 3 Betriebsjahre und zwar für das Jahr 1836, in welchem noch zur Beförderung der Personen und Waaren meistens Thierkraft benützt ward; dann für das Jahr 1838, wo bloss die vorgenannten schiefen Flächen an der Parrs spring ridge mit Pferden und Maulthieren, und die Strecke im Innern der Stadt Baltimore mit Pferden bedient

wurden, sonst aber der Betrieb durchgehends von Baltimore bis Harpers Ferry, schon mittelst Locomotiven erfolgte; und endlich für's Jahr 1841, in welchem bereits auch auf der umgebauten Strecke, am Übergang des Parrs Bergrückens, ausschliesslich der Locomotiv-Betrieb eingeführt wurde.

Jahr	Fortschaffungsmittel	Fortschaffungs-Auslagen	Brutto-Einnahme	Verhältniss der Fortschaffungs-Auslagen zu der Brutto-Einnahme
		in Dollars		
1836	Meistens Thierkraft und nur theilweise Locomotive . . .	157,360	285,816	10 : 18⅕
1838	Meistens Locomotive und nur über den Parrs spring ridge und in Baltimore Thierkraft	164,388	365,224	10 : 22'⅕
1841	Auch über den Parrs spring ridge mit Locomotive . . .	152,740	391,069	10 : 25¼

Diese Resultate sind den betreffenden Jahresberichten der Direction an die Gesellschaft entnommen worden. Zu einem richtigen Vergleiche konnten nur die eigentlichen Fortschaffungsauslagen berücksichtiget werden, indem die übrigen Betriebsauslagen als Bahnerhaltung u. dgl. Auslagen enthalten, die mit der Umänderung des Fortschaffungsmittels in keinem Zusammenhange stehen.

Aus diesem bemerkungswürdigen Ausweise erhellet, dass die Abschaffung der Thierkraft ein günstigeres Verhältniss der Fortschaffungs-Auslagen zu der Brutto-Einnahme zur Folge hatte; dass sogar die Umlegung der kurzen Strecke an der Parrs Wasserscheide und deren Befahrung mit Locomotiven statt mit Pferden, einen günstigeren Einfluss auf die Betriebs-Ergebnisse der ganzen Bahn äusserte, und dass im Jahre 1841 der Betrag der wirklichen Fortschaffungs-Auslagen gegen jene des Jahres 1836 sich vermindert, während die Brutto-Einnahme um mehr als $\frac{1}{3}$ zugenommen hat.

Die Baltimore-Ohio-Eisenbahn-Gesellschaft gehet mit dem Plane um, auch die ungefähr 2 Meilen lange, gegenwärtig mit Pferden betriebene Strecke von der Maschinenstation ausserhalb Baltimore bis an die Aufnahmsstation in der Stadt mit Locomotiven zu befahren; allein der Stadtrath von Baltimore ist, Sicherheitsrücksichten halber, dagegen.

Die hier dargestellten Ergebnisse über den Betrieb der Baltimore-Ohio-Eisenbahn, sowie über die Wirkung der steilen Strecken am Parrs spring ridge bestätigen, was schon in anderen Fällen wahrgenommen wurde, dass auf Eisenbahnen die Benützung der Locomotive der Ökonomie sowohl, als den Bedürfnissen des Verkehrs bei weitem mehr zuträglich als jene durch Thierkraft sei, und zeigen ferner, dass es jedoch räthlich sei, für

Steigungen von 1 : 27 und 1 : 30 weder Locomotiv- noch thierische Kraft anzuwenden.

In der That wurde bei der Anlegung der neuesten Bahnen in Nordamerika der Grundsatz beobachtet, für eine befriedigende Benützung der Locomotive niemals die Grenze zwischen 1 : 6$_3$ und 1 : 55 zu überschreiten. Auf der Bahn von West-Stockbridge nach Albany im Staate New-York wechselt das Steigungsverhältniss einer 5 Meilen langen Strecke von 1 : 100 bis 1 : 60. Die Bahn von dem Conecticut-Flusse nach West-Stockbridge im Staate Massachusets windet sich grösstentheils längs des engen, steilen, sehr geschlängelten und felsigten Westfield-Thales, hat überhaupt starke Steigungen, und musste zunächst der Washington-Summit in der ununterbrochenen Länge von 6½ Meilen das Steigungsverhältniss von 1 : 66 erhalten. Sie ist ganz neuer Constructionsart. Die Baltimore-Susquehanna-Eisenbahn im Staate Maryland steigt von Baltimore auf die Wasserscheide zwischen den Gewässern des Jones-Flusses und jener des Susquehanna-Stromes, die sie durch das Jones-Thal in einer Höhe von 1000 Fuss über dem atlantischen Ocean erreicht, in der Länge von ungefähr 35 Meilen ununterbrochen, und hat zunächst des Rücken-Überganges in der Länge von 3½ Meilen die Steigung von 1 : 63.

Die Greensville-Roanoke-Eisenbahn im Staate Virginia hat auf einer fast zwei Meilen langen Strecke die Steigung von 1 : 55.

Von dem Grundsatze ausgehend, dass der eigentliche Endzweck der Eisenbahnen, die Betreibung des Handels und Verkehres zu erleichtern, und durch rasche Bewegung auf grosse Entfernungen schnell zu befördern sei; haben die Amerikaner ihre zu diesem Ende neu eröffneten Eisenbahnen grösstentheils schon bei deren ursprünglichen Anlage, theilweise aber erst durch nachträglich vorgenommene Umstaltung, zur ausschliesslichen Benützung von Dampfkraft und namentlich von Locomotiven eingerichtet.

Die grosse atlantische Linie von Lovell über Boston, Providence, Stoningthon, Neu-York, Philadelphia, Baltimore, Washington etc. nach dem Süden; die grosse westliche Linie von Boston über Springfield, Albany und Rochester nach den Niagarafällen in Canada; die westliche Linie in Pennsylvanien von Philadelphia über das Alleghany-Gebirge nach Pittsburg; die westliche Linie von Baltimore ebenfalls über das Alleghany-Gebirge nach dem Ohio; selbst die Eisenbahn von Philadelphia über Reading nach Pottsville, eine Eisenbahn, welche die im Mittelpuncte des Anthracit-Kohlen-Districtes von Pennsylvanien liegende Stadt Pottsville mit Philadelphia in Verbindung setzt und hauptsächlich dazu bestimmt ist, die Producte, meistens aber die Steinkohlen aus dem Gebiete des Schuylkill-Flusses nach Philadelphia zu schaffen, und andere mehr oder minder wichtige Bahnen werden, mit Ausnahme jener Strecken, die das

Innere einiger Städte durchziehen, so wie einige wenige Stellen, wo noch die veraltete nun nicht mehr angewendete Einrichtung von Seilbahnen besteht, durchgehends mit Locomotiven befahren.

Es gibt wohl einzelne Bahnstrecken, die nur mit Pferden betrieben werden, diess sind aber solche, welche eigens zum Behufe eines örtlichen Industriezweiges, wie z. B. zur Herbeiführung des aus Bergwerken geförderten, oder auch aus Steinbrüchen erzeugten Materiales, angelegt wurden; wo einestheils keine Concurrenz zu befürchten stehet, anderntheils aber die allenfalls eintretende Personen-Beförderung, als secundäres Geschäft, keine grössere als die bei der Fortschaffung der Materialien angewandte und von der Wirkungskraft der Pferde zulässige Geschwindigkeit erfordert; zudem findet der Fracht-Transport, in den meisten Fällen nur nach abwärts statt, folglich werden die Pferde in dieser Richtung wenig angestrengt, und haben auf dem Rückweg, wenn auch nach aufwärts, bloss die leeren Wagen zu ziehen.

Ursprünglich wurde zwar der Betrieb auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn ausschliesslich mittelst Pferden verrichtet, allein der Grund dieser Einrichtung ist zunächst in dem anfangs für diese Bahn angenommenen Systeme mit leichtern Platt-Rails, welches allgemein in Nordamerika in der ersten Eisenbahn-Periode vorherrschte, jedoch zur Benützung der Locomotive nicht vollkommen geeignet war, dann in dem weitern Umstande zu suchen,

dass im Jahre 1830, als die erste 13 Meilen lange Strecke der Baltimore-Ohio-Eisenbahn eröffnet wurde, das Entstehen und noch mehr die Entwicklung des Locomotiv-Baues in Nordamerika noch ein Wunsch war, und erst im Jahre 1832 die drei ersten Locomotive verfertigt wurden, der Locomotiv-Bau selbst aber erst im Jahre 1836 in einem befriedigende Fortschritte versprechenden Aufschwung sich zu erheben begann; so dass die ältesten Eisenbahn-Unternehmungen schon aus Mangel an Locomotiven, auf die Benützung der Thierkraft als Fortschaffungsmittel angewiesen bleiben mussten, und diess um so mehr, als die National-Eifersucht in Bezug auf die Industrie eine Art von Widerwillen hervorbrachte, Locomotive von England einzuführen.

Hieraus scheint zu folgen, dass die anfangs fast allgemein vorgefasste Meinung, als wäre die Benützung der Pferdekraft auf Eisenbahnen überhaupt ökonomischer als jene der Dampfkraft, keinen oder wenigstens keinen wesentlichen Einfluss auf die Wahl des Fortschaffungsmittels für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn genommen habe.

So viel ist aber gewiss, dass jenes Unternehmen einige Jahre später diese Meinung nicht getheilt hat, denn die Gesellschaft versäumte nicht, sobald der berühmte Mechaniker Phinea Davis von Baltimore die erste Locomotive verfertiget, und diese als zum Betriebe für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn vollkommen geeignet sich bewährt hat-

te, die Locomotivkraft auf ihrer Bahn einzuführen, in gleichem Schritte mit der Entwicklung des nordamerikanischen Locomotiv-Baues zu verbreiten, und darnach die Bahn selbst allmählig umzugestalten. Im Jahre 1830 war die Bahn zu Pferdekraft eingerichtet und nur mittelst Pferde befahren, im Jahre 1834 war noch die Pferdekraft das überwiegende Fortschaffungsmittel, im Jahre 1836 hatte die Gesellschaft schon 12 Locomotive in Thätigkeit, im Jahre 1838 waren nur die steilen Strecken von Pferden bedient, sonst der Betrieb durchgehends mittelst Locomotive bewirkt; im J. 1841 war die Bahn mit Ausnahme der ungefähr 2 Meilen langen Strecke im Innern der Stadt Baltimore durchgehends und ausschliesslich von Locomotiven befahren, und im Jahre 1842 besass die Baltimore-Ohio-Eisenbahn-Gesellschaft 33 Locomotive, wovon 6 den Dienst auf der Flügelbahn von Baltimore nach Washington, die übrigen 27 Locomotive aber den Betrieb der von Baltimore bis Hamock eröffneten Hauptbahn verrichteten.

Auf der Pferdebahn an der Wasserscheide Parrs-spring-ridge zogen 6 Pferde einen Personenwagen, mit Inbegriff der Reisenden, das Gewicht von 8 Tonnen, mit einer Geschwindigkeit von höchstens 6 Meilen pr. Stunde, hinauf. Die Geschwindigkeit bei dem Transporte von Gütern war $2\frac{1}{2}$ bis höchstens 3 Meilen pr. Stunde.

Im Verlaufe dieser Schrift (III. Abschnitt) wird man aber sehen, dass gegenwärtig auf der

umgebauten Strecke eine Locomotive, welche ganz ausgerüstet 10 Tonnen wiegt, 3 Personenwagen, 1 Packwagen und 1 Holzvorrathwagen nebst dem Tender, was die gesammte Last von 39 Tonnen ausmacht, mit einer Geschwindigkeit von 13 Meilen pr. Stunde hinaufziehet. Bei dem Transporte von Gütern wiegt die dazu verwendete Locomotive 12 Tonnen, die gezogene Last beträgt einschliessig des Tenders, 84 ½ Tonnen, und die Geschwindigkeit 8 bis 9 Meilen pr. Stunde. Die Unterstützung der Locomotive mittelst einer Hülfsmaschine tritt erst bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ein. Vergleicht man diese Leistungen mit jener oben angegebenen der Pferde, so wird man nicht nur die Umgestaltung der Bahnstrecken an der Parrs-spring-ridge gerechtfertigt finden, sondern man wird auch einen Vorbegriff von den Vortheilen erhalten, welche schon in rein ökonomischer Beziehung die Fortschaffung durch Locomotive über die Fortschaffung durch Pferde gewährt.

Wie sich diese Vortheile in Ziffern herausstellen, wird man in dem VIII. Abschnitte nachgewiesen finden.

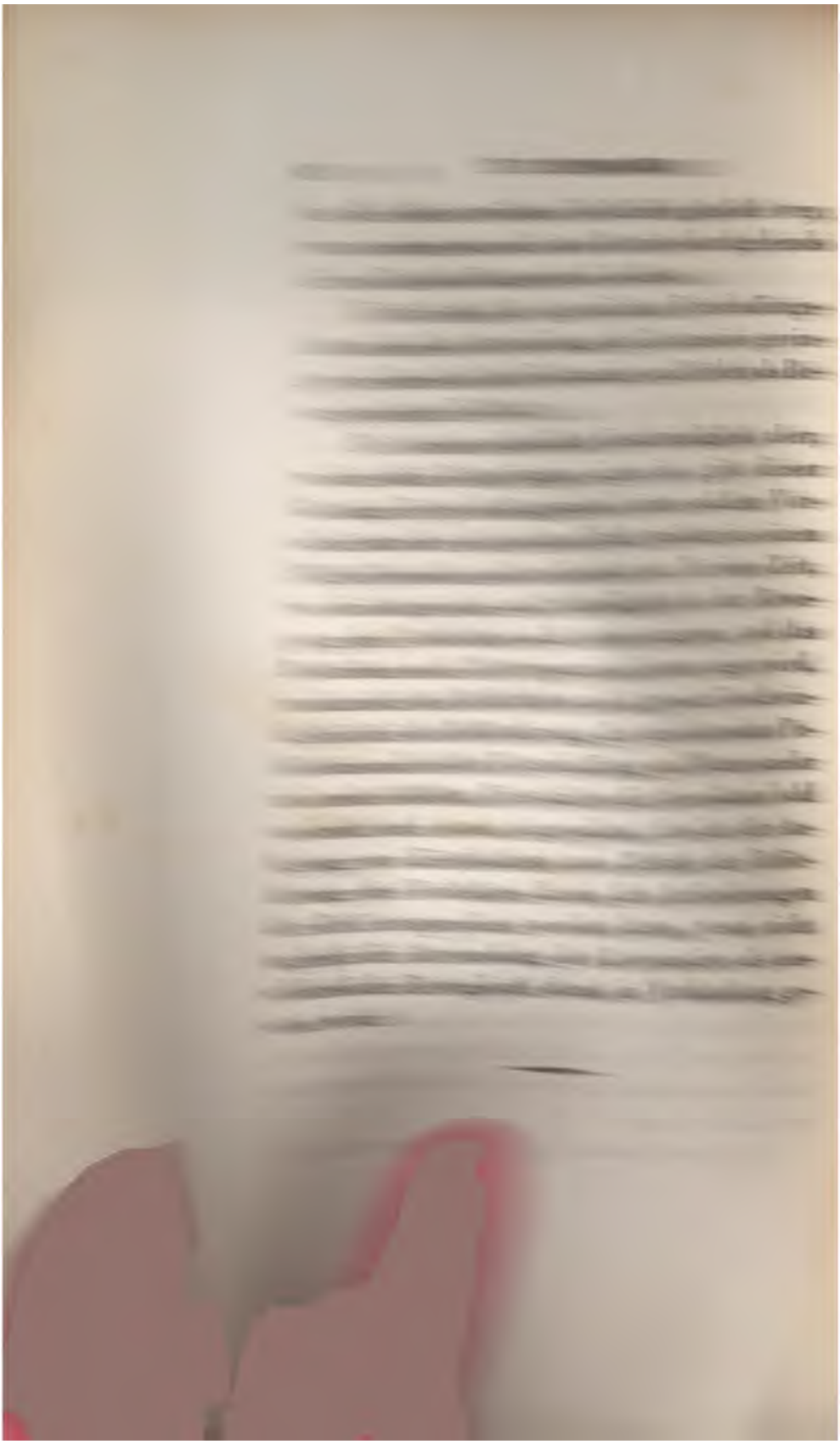
Die Baltimore-Ohio-Eisenbahn-Gesellschaft hat übrigens bei der vieljährigen Benützung der Pferde als Fortschaffungsmittel, dann bei den zwischen diesen und der Locomotivkraft angestellten Versuchen Gelegenheit gehabt, die lehrreichsten Erfahrungen über die Unzulänglichkeit der thieri-

schen Kraft und über die positiven Vortheile der Locomotiv-Kraft zum Betriebe grosser Eisenbahnlinien zu machen. Bei der Anwendung von Pferden, als Fortschaffungsmittel auf Eisenbahnen, ist einmal die Geschwindigkeit nicht viel günstiger als diess auf der kunstmässig gebauten Chaussée der Fall ist, und auch die Transportkosten stellen sich nicht in jenem befriedigenden Verhältnisse heraus, welches man von einer so kunstvollen Anstalt, wie die Eisenbahn ist, zu erwarten berechtiget sein sollte. Bei stärkeren Steigungen und bei übrigens gleichen Umständen sind die Vortheile der Eisenbahnen mit Pferdekraft über die Chaussée noch geringer, weil die Ersparung an Zugkraft in dem Masse abnimmt, wie das Gefälle der Bahn zunimmt, bis endlich es bei gewissen Verhältnissen problematisch wird, ob man aus der Anlegung der beabsichtigten Eisenbahn einen lohnenden Erfolg erwarten könne. Zudem kann der Transport auf Eisenbahnen durch Pferde nicht in grossen Massen betrieben werden, indem die Wagen höchstens paarweise gezogen werden müssen; die Störung in dem Verkehre macht sich aber noch fühlbarer, wenn Locomotive- und Pferdekraft abwechselnd angewendet werden: wo alsdann die mit Pferden betriebene Strecke als eine Unterbrechung des Verkehrs anzusehen ist, indem hier ein Aufenthalt, dann die langwierigen Verrichtungen des Umspannens, die Zertheilung der Transportmassen, eine bedeutende Verminderung der Ge-

schwindigkeit und alle sonstigen aus der Anwendung der Pferde erwachsenden Unbequemlichkeiten eintreten müssen; wie diess bei dem Betriebe der alten Pferdebahn am Scheidepuncte der Parrs-spring-ridge der Fall war. Überdiess steigt die Störung in dem Betriebe der Eisenbahnen durch Pferde mit der Steigung der Bahn, und ist bei sehr steilen Strecken insbesondere zur Winterszeit sowohl bergan als bergab mit Gefahr verbunden, weil in dem Masse wie der glatte Zustand der Schienen und der Bahnoberfläche die Adhäsion vermindert, eine grössere Kraftanstrengung erforderlich ist, wobei die Pferde leicht rutschen und die Geschirre gerne abreissen, was oft Unfälle herbeiführt.

Der einzige von den Pferdebahnen gewährende Vortheil besteht darin, dass der Betrieb durch Pferde die Anwendung von leichteren Schienen zulässt, was allerdings eine Verminderung der Anlagekosten möglich macht. Allein diese Erleichterung für den Bau ist nur scheinbar, indem der mindere Kostenaufwand für die leichteren Schienen, bald von den grösseren Unterhaltungskosten für die Pferdebahn aufgewogen wird, deren Schotterbettung durch die Hufe der Pferde aufgelockert, und oft auch das Holzgerippe des Oberbaues angegriffen wird; ist aber der Oberbau mit Flachschienen und Streckbalken angewendet, so sind die Unterhaltungskosten noch grösser.

Bei der Fortschaffung durch Locomotive fal-



III. ABSCHNITT.

LEISTUNGEN DER LOCOMOTIVE.

Was die Leistungen der Locomotive auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn und zwar auf den Strecken mit 1 : 64 Steigung anbelangt, so haben die dieserwegen an Ort und Stelle angestellten Beobachtungen folgende Resultate geliefert:

Am 4. Mai 1842 bei schönem Wetter und Windstille fuhr der Passagier-Train, aus drei grossen achträdrigen Personenwagen mit 80 Personen, einem grossen Packwagen und einem unmittelbar hinter dem Tender angehängten Holzvorrathwagen bestehend, auf der östlichen Strecke an den Parrs spring ridge mit einer Geschwindigkeit von 13 englischen Meilen pr. Stunde hinauf.

Die Locomotive verrichtete den Dienst ohne Unterstützung irgend einer Hülfsmaschine; sie war eine sechsrädrige, hatte das Gewicht von 10 Tonnen, wovon 6 Tonnen auf die zwei Triebräder entfallen. Diese hatten den Durchmesser von 4 Fuss,

der Cylinder 12½ Zoll, der Kolbenhub 18 Zoll; wurde durchaus mit Holz geheizt, und arbeitete mit dem gesammten Druck von 5½ Atmosphären.

Der Oberbau jener Strecke, aus breitfüssigen Schienen auf Querschwellen, welche auf Unterlagsschwellen ruhen, bestehend, befindet sich in gutem Zustande, und war an jenem Tage trocken.

Das Gewicht des Passagier-Trains ergibt sich aus folgender Berechnung:

3 Passagierwagen jeder zu 6 Tonnen	18	Tonnen.
80 Personen jede zu 140 Pf. . .	5	«
1 Packwagen	4	«
Gepäcke im Durchschnitt zu 50 Pf. pr. Person	1½	«
1 Holzvorrathwagen sammt Beladung	4½	«
Tender	6	«
Gewicht des Passagier-Trains ausschliesslich der Locomotive .	39	«
Hierzu das Gewicht der Locomotive	10	«
Gesammte Last	49	Tonnen.

Am 5. Mai ebenfalls bei günstigen atmosphärischen Verhältnissen fuhr auf derselben steilen Strecke aufwärts der Lasttrain bespannt mit einer Locomotive im Gewichte von 12 Tonnen, wovon ungefähr 9 Tonnen auf die Triebräder entfallen. Letztere hatten den Durchmesser von 3 Fuss 4 Zoll, der Cylinder 13 Zoll Durchmesser und der Kolbenhub 18 Zoll. Der Dampf im Kessel war, so wie gewöhnlich in Nordamerika, auf den gesamm-

ten Druck von 6 Atmosphären gespannt, der Train fuhr mit der Geschwindigkeit von 8 bis 9 Meilen pr. Stunde und seine Last bestand in Folgendem:

8 Frachtwagen, wovon 1 leer, jeder zu $4\frac{1}{2}$	36	Tonnen.
Netto-Ladung	42	«
Tender sammt Wasser und Holz .	$6\frac{1}{2}$	«
Brutto-Ladung ohne Locomotive .	$84\frac{1}{2}$	«
Locomotive	12	«
Gesammte Last mit Einschluss der Locomotive	$96\frac{1}{2}$	«

Um nun diese Leistungen mit den Ergebnissen der Theorie zu vergleichen, ist es erforderlich, die Formeln über die Leistungen der Locomotive nach der neuen Theorie von Pambour aufzustellen, in dieselben die Coefficienten der Erfahrung zu setzen, und ferner, die Grösse des Widerstandes der Steigungen und der Krümmungen aufzunehmen.

Es bezeichne nun

w das Volumen Wasser, welches die Locomotive in einer Stunde für jeden □ Fuss ihrer Heitzfläche zu verdampfen vermag;

F die Heitzfläche der Locomotiv-Maschine in □ Fuss;

D den Druck des Dampfes im Kessel auf den □ Fuss in Pfund;

D' den Druck des Dampfes in den Cylindern auf den □ Fuss;

m das Verhältniss des Volumens des unter dem Drucke D in dem Kessel gebildeten Dampfes zu dem Volumen des Wassers, woraus er sich gebildet hat;

V das absolute Volumen des Dampfes in einer Stunde in Cub. Fuss;

H den Durchmesser der Triebräder in Fussen;

G die Geschwindigkeit der Maschine in einer Stunde;

d den Durchmesser des Cylinders;

q den innern Querschnitt des Cylinders in der Flächeneinheit;

v das Verhältniss des Kreisumfanges zum Durchmesser;

g die Geschwindigkeit des Kolbens;

k die Länge des Kolbenhubes;

a den atmosphärischen Druck auf den □ Fuss;

r den Coefficienten der durch die Bestandtheile der Maschine verursachten Reibung in Pf., ohne Rücksicht auf die Ladung;

r' den Coefficienten des auf horizontaler und geradliniger Bahn aus der Brutto-Ladung entspringenden Widerstandes mit Einschluss des hierdurch auf die Maschine entfallenden Reibungszuwachses.

r'' den Coefficienten der zur Überwindung der von der blossen Maschine gegen die Rails verursachten Reibung erforderliche Kraft;

L das Gewicht der Maschine in Tonnen;

B die Brutto-Ladung mit Einschluss des Tenders, in Tonnen;

N die Netto-Ladung in Tonnen;

w' den Coefficienten des von der Locomotive in ihrem Laufe zu überwindenden Widerstandes der Luft;

l' die Fläche, auf welche dieser Widerstand wirkt;

z den Coefficienten des im Innern des Cylinders aus der Blasenröhre entspringenden, gegen die Bewegung des Kolbens wirkenden Druckes;

f den in der Cylinderkammer hinter dem von dem Kolben durchlaufenen Theile sich befindenden freien Raum.

B' das Maximum der Brutto-Ladung, welche eine gegebene Locomotive zu ziehen vermag;

G' die dieser Ladung entsprechende Geschwindigkeit;

n das Neigungsverhältniss der Bahnansteigung;

$\frac{1}{n'}$ den Coefficienten des aus dem Widerstande der Steigung entspringenden Zuwachs zu der Reibung r der Maschine und endlich

h den kleinsten Halbmesser der Bahnkrümmungen, welche auf der steilsten Strecke vorkommen.

Das gesammte Wasser-Volumen, welches die Locomotive in einer Stunde in Dampf zu verwandeln im Stande ist, wird durch $w\ F$ ausgedrückt sein.

Nach der neuern Theorie der Dampfmaschinen von Pambour ist bei der Locomotive das Verhältniss m des Volumens des unter dem Drucke D erzeugten Dampfes zu dem entsprechenden Volumen des Wassers durch die Formel

$$m = \frac{1}{C + c' D}$$ ausgedrückt,

wo c, c' zwei Constante darstellen, deren Werth weiter unten wird angegeben werden; man hat daher das Volumen des in einer Stunde von dem Kessel unter dem Drucke D gelieferten Dampfes aus

der Gleichung $V = \frac{w F}{c + c' D}$

In dem Augenblicke aber, als die Locomotive zur normalen Bewegung gelangt ist, hat der Dampf in den Cylindern eine solche Dichtigkeit erlangt, deren Spannkraft oder Druck dem jetzt überwundenen Widerstande des Trains gleich ist, wie gross auch die Spannkraft des Dampfes im Kessel sein mag. Dieser Zustand bleibt sich gleich, so lange der Widerstand der Last unverändert bleibt, und nur in dem einzigen Falle, als Letzterer das Maximum des Nutzeffectes der Locomotive erreichen sollte, würde sich der Druck des Dampfes in den Cylindern jenem des Dampfes im Kessel gleichstellen. Da nun oben mit D' der Druck des Dampfes in den Cylindern bezeichnet wurde, so wird das in einer Stunde in die Cylinder getretene und von diesen wirklich verbrauchte absolute Dampf-

Volumen $V = \frac{w F}{c + c' D}$, sein, weil für diese Druckveränderung $m = \frac{1}{c + c' D}$, ist *).

Nach obigen Bezeichnungen drückt G die Geschwindigkeit der Maschine in einer Stunde aus, und da der Kolben den Cylinder zweimal durchläuft, während die Locomotive den Weg gleich der ganzen Umdrehung des Triebrades d. i. $= H \nu$ zurücklegt, so ist die Geschwindigkeit des Kolbens

$$g = 2 k. \frac{G}{\nu H}$$

und das hiernach in einer Stunde von beiden Cylindern zusammen verbrauchte Dampf-Volumen

$$= \frac{2 d^2 \nu}{4} (k + f) \frac{2 k G}{\nu H} \times \frac{1}{k} \quad (2)$$

wo $k + f$ die Länge der Cylinderkammer darstellt, die sich bei jedem Kolbenlauf ausleeret;

$$\frac{2 d^2 \nu}{4} (k + f)$$

das von beiden Cylindern zusammen bei jedem Kolbenlaufe verbrauchte Dampf-Volumen, und

$$\frac{2 k G}{\nu H} \cdot \frac{1}{k}$$

*) Das Volumen des Dampfes im Kessel $\frac{w F}{c + c' D}$ verwandelt sich, bei dessen Überströmen in die Cylinder in das grössere Volumen $\frac{w F}{c + c' D'}$; und diese zwei aus einer und derselben Quantität Wasser gebildeten Dampfvolumen stehen unter sich im umgekehrten Verhältnisse der um die Grösse $\frac{c}{c'}$ vermehrten Druckkräfte D D'.

die Anzahl der Kolbenläufe in einer Stunde ausdrückt.

Da nun die Grösse des Ausdruckes (2) jener von V der Gleichung (1) gleich sein muss, so ergibt sich aus beiden die Gleichung

$$\frac{w F}{c + c' D} = \frac{d^2 (k + f) G}{H};$$

mithin die Geschwindigkeit der Maschine in einer Stunde $G = \frac{F w}{k+f} \cdot \frac{H}{d^2} \cdot \frac{1}{c + c' \cdot D}$ (3);

und für den Fall als der Nutzeffect der Maschine das Maximum erreicht, wobei der gesammte auf die Kolben wirkende Widerstand, oder der Druck des Dampfes in den Cylindern jenem des Dampfes im Kessel d. i. jener Spannkraft, über deren Mass die Ventile sich öffnen, gleich ist, hat man $D' = D$ und die Geschwindigkeit der Maschine

$$G' = \frac{1}{k+f} \cdot \frac{H}{d^2} \cdot \frac{w F}{c + c D} \quad (4).$$

Es ist oben bemerkt worden, dass in der Gleichung (3) D' den Druck des Dampfes in den Cylindern ausdrückt, zugleich aber dem auf die Kolben wirkenden gesammten Widerstande gleich ist. Es ist nun nothwendig den Werth dieses Widerstandes in die Einzelnheiten, aus welchen er besteht, zu zergliedern, und sie in obige Gleichung (3) zu substituiren.

Diese Grösse besteht:

1. Aus dem Widerstande, welchen die Luft dem Laufe des Wagenzuges entgegensetzt, und welcher sich wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhält $= w' l^2 G^2$.

2. Aus der mit dem Mechanismus der Locomotive, während deren Wirkung verbundenen Reibung $= r L$.

3. Aus dem auf einer horizontalen und geradlinigen Bahn von der Brutto-Ladung entgegengesetzten Widerstande, einschliesslich des hieraus entspringenden Zuwachses der Reibung der Locomotive $= r' B$.

4. Aus dem von dem Gewichte der Locomotive einschliesslich ihrer eigenen Rüstung, jedoch ohne Tender auf den Rails verursachten Reibungs-Widerstande, dessen Überwindung einen Theil des Kraftaufwandes der Locomotive selbst in Anspruch nimmt $= r'' L$.

5. Aus dem der Bewegung des Kolbens entgegenwirkenden atmosphärischen Drucke $\frac{a d^2 . v}{2}$.

6. Aus dem von dem Kolben in seinem Laufe zu überwindenden von der Wirkung der Blasröhre herrührenden Widerstande, welchen Pambour im Verhältnisse zu der Geschwindigkeit der Maschine annimmt $= \frac{z d^2 v}{2} . G$.

7. Aus dem von der Wirkung der Schwerkraft bei Ansteigungen herrührenden die Totallast jetzt mit Einschluss der Locomotive selbst behafteten Widerstande $= n (B + L)$.

8. Aus dem von diesem letzten Widerstande herrührenden Zuwachse der Reibung der Maschine $= \frac{n}{n'} (B + L)$; und endlich

9. aus dem Widerstande, welchen die Bahnkrümmungen auf Kosten der bewegenden Kraft verursachen. Aus einer Reihe von Versuchen, deren Resultate die Direction der Baltimore-Ohio-Eisenbahn in ihrem 7. Jahresberichte ihrer Gesellschaft mittheilte, hat es sich gezeigt, dass der Widerstand, welchen der Wagenzug beim Durchlaufen einer Krümmung von 400 Fuss Halbmesser bei einer Geschwindigkeit von ungefähr 20 Meilen pr. Stunde erfährt, beiläufig $1\frac{1}{2}$ mal so gross ist, als jener, welcher unter übrigens gleichen Umständen auf einer geraden horizontalen Linie Statt findet; ferner, dass der Widerstand der Krümmungen überhaupt im umgekehrten Verhältnisse wie ihre Halbmesser steht, und, da dieser Widerstand den ganzen Wagenzug, die Locomotive nicht ausgenommen, trifft,

so ist seine Grösse $= \frac{r'}{2} (B + L) \frac{400}{k}$.

Die Widerstände 5 und 6 wirken unmittelbar auf den Kolben, während die übrigen dem Kolben erst durch den Umkreis des Triebrades mitgetheilt werden.

Weil der Widerstand, welcher sich auf verschiedene Bestandtheile einer Maschine fortpflanzt, im umgekehrten Verhältnisse wie die Geschwindig-

keiten dieser Bestandtheile steht, so wirken die Widerstände 1, 2, 3, 4, 7, 8 und 9 auf den Kolben in dem Verhältnisse wie $2k : Hv$, und lassen sich ins Gesammte durch folgenden Ausdruck darstellen:

$$\left[w'l'G^2+rL+r'B+r''L+n(B+L)\left(1+\frac{1}{n'}\right)+\frac{r'}{2}(B+L)\frac{400}{h}\right]\frac{Hv}{2k};$$

folglich bildet der auf einen □Fuss des Kolbens entfallende gesammte Widerstand mit dem in den Cylindern wirkenden Dampfdrucke folgende Gleichung: $D' =$

$$\frac{\left[w'l'G^2+rL+r'B+r''L+n(B+L)\left(1+\frac{1}{n'}\right)+\frac{r'}{2}(B+L)\frac{400}{h}\right]\frac{Hv}{2k}+\frac{ad\,v^2}{2}+\frac{adv^2G}{2}}{\frac{d^2v}{2}}$$

Um diese Gleichung möglichst zu vereinfachen, dabei aber ihre allgemeine Form beizubehalten, ist es erforderlich den Werth einiger Coefficienten zu bestimmen.

Bei der Annahme der Geschwindigkeit der Locomotive mit 13,60 Meilen erfährt der Wagenzug durch die Luft einen Widerstand von 1 Pf. pr. □ Fuss, folglich für 1 Meile ist $w' = 0{,}00541$ und für die diesem Widerstande ausgesetzte Fläche, welche zu 24 □ Fuss angenommen werden kann, $w'l' = 0{,}1298$ Pf.

Wenn nun die Geschwindigkeit bei der Personenbeförderung zu 20, bei dem Gütertransporte aber zu 10 Meilen angenommen wird, so ergibt sich die mittlere Geschwindigkeit von 15 Meilen;

und, da dieser Widerstand, nach den Gesetzen der Hydraulik, umgekehrt wie die Quadrate der Geschwindigkeit sich verhält, so hat man $w' l^2 G^2 = 0{,}1298 \times 225 = 29$ Pf.

Nach Pambour ist der Werth des aus den Blasenröhren entspringenden der Bewegung des Kolbens entgegenwirkenden auf einen □ Fuss bezogenen Widerstandes bei der Geschwindigkeit der Locomotive von 10 Meilen pr. Stunde = 108 Pf. folglich für die mittlere Geschwindigkeit von 15 Meilen pr. Stunde ist

$$\frac{z\, d^2\, \nu\, G}{g} = 162 \times \frac{d^2\, \nu}{g}.$$

Ferner wird für den practischen Gebrauch dieser Formel $f = \frac{4}{25}$ k angenommen.

Hiernach ist

$$D' = \left[29 + rL + r'B + r''L + n(B+L)\left(1 + \frac{1}{n'}\right) + \frac{r'}{2}(B+L)\frac{400}{k}\right]\frac{H}{d^2 k} + a + 162,$$

wenn nun in die Gleichung (3) für D' sein Werth gesetzt wird, so erhält man

$$G = \frac{w\, F}{d^2} \cdot \frac{H}{k+f} \times \frac{1}{c + c'\left[29 + rL + r'B + r''L + n(B+L)\left(1 + \frac{1}{n'}\right) + \frac{r'}{2}(B+L)\frac{400}{k}\right]\frac{H}{d^2 k} + a + 162.}$$

Aus den durch das Comité der Eisenbahnen in Irland über die Grösse der verschiedenen Widerstände, welche die Locomotive sowohl wegen der Ladung als auch wegen ihrer eigenen Reibung in ihrer Wirkung zu überwinden hat, angestellten

Versuchen ergab es sich *), dass die Reibung, welche von dem Mechanismus der Locomotive herrührt, 6 Pf. pr. Tonne des absoluten Gewichtes der Locomotive beträgt, d. i. $r=6$; dass die Last gegen ihre Fortschaffung einen Widerstand ausübt, welcher sich, auf geraden und horizontalen Bahnstrecken, zur Ladung selbst wie 1 : 280 verhält, nämlich 8 Pf. pr. Tonne Brutto-Ladung beträgt; dass ferner, aus diesem Widerstande ein Zuwachs für die Reibung des Mechanismus der Locomotive entspringt, welcher mit $\frac{1}{8}$ dieses Widerstandes in Rechnung zu bringen ist, so dass für jede Tonne der Brutto-Ladung $r'=9$ Pf. ist; und, dass die Locomotive zur Überwindung ihres eigenen Gewichtes d. i. um sich selbst fortzuschaffen einen Theil ihrer Kraft verwendet, welcher, so wie bei der Brutto-Ladung, 8 Pf. pr. Tonne ihres eigenen Gewichtes beträgt, also $r''=8$ Pf.

Der angegebene Werth von $r=6$ Pf. bezieht sich auf die gewöhnlichen Locomotiven mit freien Triebrädern; für jene mit gekuppelten Rädern ist aber die Reibung des Mechanismus grösser, so dass nach Pambour, für diese Maschinen anstatt r, $\frac{5r}{4}$ anzunehmen ist.

Für die Ausmittlung jenes Theiles des Kraftaufwandes der Maschine, welcher zur Überwin-

*) Vergl. das Werk: *Hachat et Petit-Guide du mecanicien conducteur de Machines Locomotives* Seite 321.

dung der Schwerkraft auf geneigten Bahnstrecken erforderlich ist, gilt das Gesetz, vermöge welchem der ganze Wagenzug ein Streben hat die geneigte Strecke mit einer Kraft hinab zu gleiten, welche sich zu der gesammten Last, wie die Höhe der geneigten Strecke zu ihrer Länge verhält; und da dieses Verhältniss bei der praktischen Berechnung für das Verhältniss der Höhe der geneigten Ebene zu ihrer horizontalen Projection, welches mit n bezeichnet wurde, genommen wird, so wurde oben der Widerstand der Schwerkraft durch $n\,(B+L)$ angegeben. Hierbei muss bemerkt werden, dass die Werthe von B und L in Tonnen ausgedrückt sind, daher bei der practischen Berechnung, der Werth des Bruches n mit 2240 zu multipliciren ist.

Auf geneigten Bahnstrecken erzeugt der Widerstand der Schwerkraft beim Ansteigen eine weitere Vermehrung der Reibung in dem Mechanismus der Locomotive, weil das Ersteigen einer Höhe, hinsichtlich der Anstrengung der Locomotive, so zu betrachten ist, als wenn die Locomotive eine in dem oben angegebenen Masse $n\,(B+L)$ vermehrte Brutto-Ladung auf horizontaler Bahn zu ziehen hätte; folglich ist auch $\frac{1}{n'}=\frac{1}{8}$.

Endlich beträgt der atmosphärische Druck auf den Quadratzoll 14·7 Pf., mithin ist auf den Quadratfuss $a = 2116{\cdot}8$.

Wenn nun die hier aufgestellten Werthe in die zwei letzten Gleichungen gesetzt werden, so erhält man

$$(5)\ D' = \left[29 + L\left(14 + \frac{9n}{8} + \frac{1800}{h}\right) + B\left(9 + \frac{9n}{8} + \frac{1800}{h}\right)\right]\frac{H}{d^2 k} + 2278{\cdot}8,$$

$$G = \frac{wF}{d^2} \cdot \frac{H}{{}^{21}/_{20}\, k} \times \left[\frac{1}{c + c'\left[(29 + 6L + 9B + 8L + {}^{9}/_{8}(B+L)n + 9(B+L)\frac{200}{k})\frac{H}{d^2 k} + 2278{\cdot}8\right]}\right]$$

oder

$$(6)\ G = \frac{wF}{d^2} \cdot \frac{H}{{}^{21}/_{20}\, k} \times \left[\frac{1}{c + c'\left[\left(L\left(14 + \frac{9n}{8} + \frac{1800}{k}\right) + B\left(9 + \frac{9n}{8} + \frac{1800}{k}\right) + 29\right)\frac{H}{d^2 k} + 2278{\cdot}8\right]}\right].$$

Wenn aus dieser Gleichung der Werth von B abgeleitet wird, so erhält man:

$$\frac{21}{20} c' HB\left(9 + \frac{9n}{8} + \frac{1800}{h}\right) = \frac{wF}{G} \cdot H - \frac{21}{20} d^2 k c - \frac{21}{20} 2278{\cdot}8\, d^2 k c' - \frac{21}{20} \cdot 29\, c' H - \frac{21}{20} c' HL \times \left(14 + \frac{9n}{8} + \frac{1800}{h}\right)$$

und

$$(7)\ B = \frac{w, F}{c' G} \cdot \frac{20}{21}\left(\frac{1}{9 + \frac{9n}{8} + \frac{1800}{h}}\right) - \left[\frac{\frac{d^2 k}{H}\left(\frac{c}{c'} + 2278{\cdot}8\right) + L\left(14 + \frac{9n}{8} + \frac{1800}{h}\right) + 29}{9 + \frac{9n}{8} + \frac{1800}{h}}\right]$$

und für den Fall des Maximums der Leistung der Maschine, wo alsdann $D' = D$, ist der gesammte

Dampfdruck auf die Kolben durch $D \frac{d^2 v}{2}$ ausgedrückt und derselbe Druck, auf den Umkreis der Triebräder bezogen, gibt die gesammte Kraft der Maschine $= \frac{k d^2}{H}. D$, folglich

$$\frac{k d^2}{H}. D = L \left(14 + \frac{9 n}{8} + \frac{1800}{h}\right) + B' \left(9 + \frac{9 n}{8} + \frac{1800}{h}\right) + 29 + 2278{\cdot}8 \frac{d^2 k}{H}$$

und

$$(8)\ B' = \frac{1}{9 + \frac{9 n}{8} + \frac{1800}{h}} \left[\frac{k d^2}{H} (D - 2278) - L \left(14 + \frac{9 n}{8} + \frac{1800}{h}\right) - 29\right].$$

Um nun die beabsichtigte Anwendung dieser Formeln auf die steilste Strecke der Baltimore-Ohio-Eisenbahn vorzunehmen, sind folgende Werthe in obige Gleichungen zu setzen:

$D = 11642$ Pf. Druck von $5\frac{1}{2}$ Atmosphären auf den Quadratfuss für die Passagier-Locomotive.

$D = 12702$ Pf. Druck von 6 Atmosphären auf den Quadratfuss für die Fracht-Locomotive.

d	für die	Passagier-Locomotive	.	.	1.05
	« «	Fracht	«	. .	1.08
k	« «	Passagier	«	. .	1.33
	« «	Last	«	. .	1.50
H	« «	Passagier	«	. .	3.33
	« «	Last	«	. .	3.33
L	« «	Passagier	«	. .	10 Tonnen.
	« «	Last	«	. .	12 «

wovon bei der Ersteren 6, bei der Letzteren 9 Tonnen auf die Triebräder entfallen.

$n = \frac{1}{64}$

$h =$ 1000 Fuss

c nach Pambour $=$ 0,0001421

$c' =$ 0,00000023.

Was die Coefficienten des Verdampfungsvermögens der fraglichen Locomotive betrifft, so ist Folgendes zu bemerken:

Bekanntlich hat Pambour den Werth dieses Coefficienten aus einer Reihe von Beobachtungen ausgemittelt, welche meistens auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn bei der Benützung von englischen Locomotiven, und zwar in einer Zeitepoche angestellt wurden, wo der Locomotivbau wohl einige Fortschritte gemacht, doch keineswegs jenen Aufschwung erlangt hatte, dessen er heut zu Tage sich erfreuet. Unter den Verbesserungen aber, die man an den Locomotiven anzubringen bemüht war, musste die Aufsuchung eines günstigeren Verhältnisses der Feuerkammer zu der Heizfläche des Kessels, und dieses zu dem Wasserbehälter die Aufmerksamkeit der Mechaniker in Anspruch nehmen; denn es hängt von der Richtigkeit dieses Verhältnisses ab, der Locomotive das grösste Verdampfungsvermögen zu verleihen. Dass auch in dieser Hinsicht das Bestreben der Mechaniker durch einen ziemlich guten Erfolg gekrönt wurde, dürfte schon für die englischen Maschinen aus den Ergebnissen der in der neuern

Zeit von M. Mich. Wood angestellten, in dem Werke von *Flachat et Petiet* *) angeführten Versuche erwiesen sein.

Wird in die von *Flachat et Petiet* gelieferte Tabelle die Verwandlung des Metermasses in den englischen Fuss, und das Gewicht des Wassers in den entsprechenden Cubik-Inhalt vorgenommen; so wird jene Tabelle durch die nachfolgende ersetzt **).

Angabe des Versuches.	Heizfläche	Verdampftes Wasser in einer Stunde		Auf einen □ Fuss Heizfläche entfallende Verdampfung	Geschwindigkeit in einer Stunde
	engl. □ Fuss	engl. Pf.	engl. Cub. Fuss	engl. Cub. Fuss	engl. Meilen
Versuche durch M. Nich. Wood					
auf der Great Western: North Star	288,58	10335,0	165,837	0,575	29,82
auf der Great Western: Aeolus	228,64	7176,7	115,159	0,504	24,85
auf der Great Western: Venus	199,13	6428,9	103,159	0,518	26,09
auf der London-Birmingham-Eisenbahn: Harvey-Combe	163,93	5410,1	86,811	0,530	29,82
auf der London-Birmingham-Eisenbahn: Burys-Maschine	165,44	5057,2	81,149	0,491	26,09
Zusammen . .	1045,72	34407,9	552,115	2,618	136,67
im Durchschnitte .				0,523	27,33
Versuche auf der Liverpol-Manchester-Eisenbahn durch Pambour .	138,97	3484,7	55,922	0,402	21,74

*) *Guide du Mecanicien conducteur etc. etc.* Seite 220.

**) Die in der zweiten Rubrik angegebene Heizfläche besteht aus der ganzen Heizfläche der Feuerkammer, wo das Feuer un-

Aus dem Vergleiche zwischen den früher von Pambour angenommenen, und jenen später von Nich. Wood ausgemittelten Resultaten ergibt sich also, schon nach den Versuchen des Letzteren, eine Vermehrung des Verdampfungsvermögens zu Gunsten der neueren Locomotive von $\frac{1}{4}$. Gleichwohl aber haben Flachat et Petiet zu ihren Berechnungen den Coefficienten von Pambour beibehalten, indem sie die Verdampfungskraft der von ihnen der Berechnung unterzogenen Locomotive zu 120 Kilogr. auf den Quadrat-Meter der Heizfläche annahmen, während ihre Berechnungen über die Leistungsfähigkeit der Locomotive sich auf neue Maschinen beziehen, deren Verdampfungskraft sich wahrscheinlich nach jenem von Nich. Wood ausgemittelten Massstabe hätte berechnen lassen.

Bei Prüfung obiger Gleichungen dringt sich die Überzeugung auf, dass das Verdampfungsvermögen der Locomotive in dem Ausdrucke ihrer Leistungsfähigkeit eine zu wichtige Stelle einnimmt, als dass man nicht nach einer der Wirklichkeit entsprechenden Bestimmung des Werthes des fraglichen Coefficienten streben sollte: denn so lange zu diesen Berechnungen Coefficienten angenommen werden, welche aus dem Gebrauche von alten Maschinen abgeleitet worden sind, so

---

mittelbar auf die Kesselwände wirkt, dann aus einem Drittel der gesammten Berührungsfläche der Kesselröhre.

wird man sich oft die Leistungen einiger neueren Maschinen nicht zu erklären wissen.

Für den vorliegenden Fall, wo es sich um die Untersuchung der Leistungen von amerikanischen Maschinen handelt, kann man folgende Resultate der Erfahrung benützen *).

Angabe des Versuches	Heizfläche in □ Fuss	Brennmateriale	Verdampfte Wassermenge in 1 Stunde		Auf einen □ Fuss Heizfläche entfallende Verdampfung in Cub. Fuss	Geschwindigkeit
			Gallons	Cub. Fuss		
Auf der Harpers Ferry-Winchester Eisenbahn in Virginia	199	Holz	596	98,3	0,494	15
Auf der Boston-Albany-Eisenbahn in Albany . .	199	Holz	616	100	0,503	20
Auf der Philadelphia-Reading-Eisenbahn Gowan et Marx	183	Anthracit-Kohlen	498	84	0 459	10½
im Durchschnitt . .	.	.	.	.	0,486	15⅙

Aus den Resultaten dieser Tabelle ergibt sich also die durchschnittliche Verdampfungsfähigkeit der amerikanischen Locomotiven, von 0,486 Cub. Fuss Wasser pr. □ Fuss der Heizfläche bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von $15\frac{1}{6}$ Meile pr. Stunde.

*) Die in dieser Tabelle enthaltenen Daten wurden zum Theile an Ort und Stelle erhoben, meist aber von H. William Norris als durchschnittliche Grösse geliefert.

Wenn nun nach Pambour angenommen wird, dass ein Viertheil der im Kessel befindlichen Flüssigkeit, theils durch das Entweichen des Dampfes aus den Ventilen und theils durch das Entkommen des im Kessel aufwallenden vom Dampfe mitgerissenen, und durch den Schornstein hinaufgetriebenen Wassers verloren gehet, so bleibt die wirklich von den Cylindern verbrauchte Quantität verdampften Wassers mit 0,365 Cub. Fuss pr. □ Fuss Heizfläche, für die Berechnung in Anschlag zu bringen: eine Grösse, welche nicht allein von den grössten Leistungen der Locomotiven gerechtfertiget, sondern auch von den alltäglich gewöhnlichen Resultaten der Erfahrung bestätiget wurde, daher hier mit voller Beruhigung zum Behufe practischer Berechnungen angenommen wird: folglich $w = 0{,}365$.

Endlich ist F für die Passagier-Locomotive $= 167{,}3$, für die Last-Locomotive $= 199{,}75$, wobei bemerkt wird, dass zur Berechnung der wirksamen Heizfläche, die von M. Stephenson angenommene, oben angegebene Methode beobachtet wurde: es wurde nämlich zu dem ganzen Flächenmass der in der Feuerkammer unmittelbar das Feuer umhüllenden Kesselwände $\frac{1}{3}$ des Flächeninhaltes sämmtlicher Kesselröhren zugeschlagen.

Wenn nun die Substituirung aller dieser Werthe in obige Gleichungen vorgenommen wird, so ergibt sich folgende

VERGLEICHENDE ÜBERSICHT

der Leistungen der Locomotive auf der steilsten Strecke (1/64) der Baltimore - Ohio - Eisenbahn an der Parrs spring ridge.

Angabe der verschiedenen Fälle	Passagier - Locomotive					Fracht - Locomotive				
	Geschwindigkeit in Meilen.	Brutto - Ladung in Tonnen.	Dampfdruck in den Cylindern in Atmosphären	Vereinigter Widerstand des Wagenzuges, der Steigung und Krümmung $(L+B)\left(8+n+\frac{1600}{R}\right)+29$	Verhältniss des vereinigten Widerstandes zu dem Adhäsions - Gewichte der Triebräder.	Geschwindigkeit in Meilen	Brutto - Ladung in Tonnen	Dampfdruck in den Cylinder in Atmosphären	Vereinigter Widerstand des Wagenzuges, der Steigung und Krümmung $(B+L)\left(8+n+\frac{1600}{R}\right)+29$	Verhältniss des vereinigten Widerstandes zu dem Adhäsions - Gewichte der Triebräder.
Gemäss der angestellten Beobachtungen	13	39	4,50	2214,40	1/6,	8,50	84,50	5,65	4332,90	1/5,
Nach einer gegebenen Geschwindigkeit	13	40,68	4,85	2291,12	1/5,	8,50	87,38	5,76	4463,13	1/5,
Nach einer gegebenen Ladung	13,30	39	4,50	2214,40	1/6,	8,67	84,50	5,65	4332,90	1/5,
Bei dem Maximum des Nutzeffectes	9,70	56,84	5,50	2559,15	1/5,	8,10	92,54	6,—	4641,97	1/4,

Die Resultate dieser Übersicht zeigen, dass die beobachteten Leistungen der Locomotive mit jenen aus den Formeln (5) (6) (7) abgeleiteten theoretischen Grössen sehr nahe übereinstimmen, dass die Fracht-Locomotive beinahe in dem ganzen Umfange des grössten Nutzeffectes ihres Ziehvermögens verwendet werden, und dass bei den Passagier-Locomotiven und bei dem Maximum des Nutzeffectes wohl noch eine bedeutende Vermehrung des Wagenzuges zulässig sein würde, hierbei jedoch eine Verminderung der Geschwindigkeit eintreten müsste, welche bei einer lange anhaltenden Steigung sehr fühlbar ausfallen dürfte, und endlich, dass bei den gewöhnlichen Leistungen beider Locomotiv-Gattungen das Verhältniss des vereinigten Widerstandes zu dem Adhäsions-Gewichte der Treibräder, für die Passagier-Locomotive $\frac{10}{62}$, und für die Fracht-Locomotive $\frac{10}{52}$ beträgt. Bei dem Maximum des Nutzeffectes aber müsste man, um die ganze Nutzkraft, welche die Maschine durch ihre Verdampfungsfähigkeit zu entwickeln vermag, in Anspruch zu nehmen, dieses Verhältniss für die Passagier-Locomotive zu $\frac{10}{53}$, für die Fracht-Locomotive zu $\frac{10}{49}$ annehmen.

Bekanntlich ist die Anhaftungskraft der Locomotive, gewöhnlich Adhäsionskraft genannt, keineswegs mit ihrer Reibung auf den Rails zu verwechseln, indem letztere eine Function des ganzen Gewichtes der Maschine ist, und auf einer horizontalen und geradlinigen Strecke 8 Pfund pr. Ton-

ne beträgt, während Erstere eine Function jenes auf die Treibräder entfallenden Gewichtsantheiles ausdrückt, zugleich aber und vorzüglich von dem Zustande der Oberfläche der Rails abhängt.

Die Grösse der Adhäsion der Treibräder auf die Rails ist der eigentliche Ausdruck der benützbaren Kraft der Locomotive, sie setzt der Grösse des vereinigten Widerstandes:

$$(B+L)\left(8+n+\frac{1600}{k}\right)+29,$$

welcher aus der Reibung der Brutto-Ladung sammt Locomotive, und aus dem von den Steigungen und Krümmungen herrührenden Widerstande bestehet, eine unüberschreitbare Grenze. Dieserwegen waren die Techniker bemüht, mit Rücksichtnahme auf die atmosphärischen Zufälle, durch Beobachtungen die Grösse der Anhaftungskraft der Locomotive auszumitteln, um einerseits die von der Maschine durch ihr Verdampfungsvermögen zu entwickelnde Kraft, mit dem Maximum ihrer Adhäsionskraft in die erforderliche Übereinstimmung zu setzen, andererseits aber, damit die Grösse der fortzuschaffenden Brutto-Ladung niemals jene Grenze überschreite, über welche aus Mangel an hinreichender Adhäsion das Ausgleiten der Räder Statt findet.

Amerikanische, englische und französische Ingenieure kommen einstimmig darin überein, dass die Grösse der Anhaftungskraft der Locomotive zwischen $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{20}$ des auf die Treibräder entfallenden Gewichtsantheiles der Maschine wechs-

le, je nachdem die Oberfläche der Rails in gutem und trockenen Zustande befindlich, oder dieselbe schlüpfrig und glatt, oder auch wohl mit Glatteis belegt ist; und die Resultate, welche in der neuesten Zeit amerikanische Locomotive in ihren Leistungen geliefert haben, zeigen, dass sich die Adhäsionskraft dieser Maschinen in den meisten Fällen in einem noch günstigeren Verhältnisse als das bisher mit $\frac{1}{6}$ angenommene Maximum herausstellen, wie diess durch folgende Übersicht anschaulich gemacht ist.

Aus dieser Übersicht gehet also hervor, dass, während die Adhäsionskraft der sechsräderigen Passagiermaschinen im Durchschnitte $\frac{10}{60}$, jene der achträderigen Fracht-Maschinen $\frac{10}{53}$ des auf diese Treibräder entfallenden Gewichtsantheiles der Locomotive beträgt, woraus sich ein Unterschied zu Gunsten der mit gekuppelten Rädern versehenen Locomotive ergibt, welches zum Theil einer neuen, von den Mechanikern Nordamerika's an dem Rahmen der Treibräder angebrachten Vorrichtung zu verdanken sein dürfte, durch welche das die Adhäsion erzeugende Gewicht, trotz der vorkommenden Unebenheiten der Bahn, auf alle vier Treibräder immer gleichmässig vertheilt ist, die Treibräder selbst alle vier zugleich stets die Schienen berühren, somit, unter übrigens gleichen Umständen, die wirksame Adhäsion unverändert bleibt. Wir kommen in dem VI. Abschnitte auf diesen Gegenstand zurück.

Die Resultate dieser Übersicht zeigen ferner, dass bei den fraglichen Locomotiven, die ihnen von ihrem Dampferzeugungsvermögen verliehene Kraft jeder von dem Maximum ihrer Adhäsionsfähigkeit gestatteten Leistung vollkommen angemessen gefunden wurde.

Gleichwohl werden auch in Nordamerika die oben angeführten Leistungen der Fracht-Locomotive als aussergewöhnliche Resultate angesehen, und man ist auch dort der Meinung, dass hinsichtlich der Adhäsionskraft der Locomotive das Verhältniss $\frac{1}{6}$ ein Maximum ist, welches wohl bei dem Zusammentreffen von dem befriedigendsten Zustande der Rails und von den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen eintreten könne; dass ein solches Maximum jedoch nicht als Grundlage normaler Berechnungen dienen müsse. Diesem Grundsatze gemäss, wurde zur Sicherheit der Berechnung über die Leistungsfähigkeit der Locomotive auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn angenommen, dass bei einem befriedigenden Zustande der Rails und unter normal atmosphärischen Verhältnissen, die Adhäsionskraft bei den Passagier-Locomotiven auf $\frac{1}{8}$, bei den Fracht-Locomotiven aber auf $\frac{1}{7,50}$ des auf die Treibräder entfallenden Gewichtsantheiles der Maschine in Anschlag zu bringen *), und dass über-

*) Nach der Äusserung des Ingenieurs B. Latrobe wäre die Adhäsionskraft zwischen $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{11}$ wechselnd, jedoch für den grössern Theil des Jahres mit $\frac{1}{6}$, und bloss für einen

ller bei günstiger Witterung und
ten.

	Beschreibung der Locomotive.
1.	sräderige Maschine, Cylinder 12″ im Durch- Kolbenhub 20″, Durchmesser der Trieb- Fuss, Gewicht der Maschine 12 Tonnen, ruck 65 Pfund.
2.	sräderige Maschine, Cylinder 10,5″ im esser, Kolbenhub 18″, Triebräder 4′, Ge- er Maschine 9 Tonnen, Dampfdruck 65
3.	sräderige Maschine, Cylinder 12,5″ im esser, Kolbenhub 18″, Durchmesser der der 4′, Gewicht der Maschine 10 Tonnen, ruck 65 Pfund.
4.	rädrige Maschine, Cylinder 13″ im Durch- Kolbenhub 18″, Durchmesser der Trieb- 4″, Gewicht der Maschine 12 Tonnen, ruck 73 Pfund.
5.	rädrige Maschine, 4 Triebräder mit 3′ 6″ . sind gekuppelt, Durchmesser der Cylin- 6″, Kolbenhub 20″, Dampfdruck 75 Pfund; tes Gewicht der Maschine 13¾ Tonnen.
6.	rädrige Maschine, 4 Triebräder mit 3′ 4″ . sind gekuppelt, Durchmesser der Cylin- 7″, Kolbenhub 16″, Dampfdruck über 80 Pf.; tes Gewicht der Maschine 11 Tonnen.
7.	Dieselbe Maschine.

haupt die Tonnenzahl der Brutto-Ladung, mit Rücksicht auf die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse der Bahn, von der Adhäsions-Fähigkeit der Locomotive abzuleiten; oder umgekehrt, die Grösse der Adhäsion, somit der auf die Treibräder entfallende Gewichtsantheil der Locomotive nach der, aus den a priori auszumittelnden Anforderungen des Verkehrs sich ergebenden Brutto-Ladung des Wagenzuges zu bestimmen sei.

Nach diesen Grundsätzen, und nachdem auf Grundlage statistischer Erhebungen ausgemittelt wurde, dass der Waaren-Transport auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn die Fahrt von täglich zwei Last-Trains in jeder Richtung und durch die ganze Linie mit der jedesmaligen Brutto-Ladung von 109 Tonnen; die Personen-Beförderung aber die Fahrt von ebenfalls zwei Zügen in jeder Richtung durch die ganze Bahnlänge, jeder Zug zu 135 Personen und zu 39 Tonnen Brutto-Ladung, in Anspruch nehmen würde, hat der Ober-Ingenieur B. Latrobe, mit Rücksicht auf die vorkommenden Neigungs- und Krümmungsverhältnisse, dann auf die Form des Oberbaues, d. i. auf das Tragvermögen

---

Theil des Winters mit $^1/_{12}$ anzunehmen, so dass das von ihm festgesetzte Verhältniss von $^1/_{7,5}$ und $^1/_8$ als die durchschnittliche Grösse der Adhäsionskraft anzusehen ist. Indessen bemerkt er, dass für jene Fälle, wo die Adhäsionskraft durch Schnee und Frost bis auf $^1/_{15}$, oder noch darunter, abnehmen sollte, die Anwendung von Hilfsmitteln, als der Bestreuung von Sand auf die Rails, oder die Belastung der Locomotive mittelst ihres Tenders, eintreten müsste.

der Rails, zwei Gattungen Locomotive, die eine zu 12 Tonnen Gewicht mit dem Adhäsions-Gewichte von 10 Tonnen auf die Treibräder für den Fracht-Transport, die andere zu 9 Tonnen Gewicht, mit 5 Tonnen Adhäsions-Gewicht auf die Treibräder *) für die Beförderung von Passagieren angenommen. Hierbei war es vorzüglich darauf abgesehen, unter günstigen Umständen, rücksichtlich des Zustandes der Rails und der Atmosphäre, so viel als möglich bei dem Dienste sowohl des Personen- als des Waaren-Transportes, des Zuthuns von Hülfs-Locomotiven zu entbehren, somit die Anwendung dieser Hülfskraft bloss auf einzelne und wenige mit stärkern Steigungen behaftete Strecken zu beschränken, und in jenen Fällen, wo die Adhäsionskraft der Locomotive durch ungünstige atmosphärische Verhältnisse unter den als Normal-Verhältnisse angenommenen $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{7,5}$ des auf die Treibräder entfallenden Gewichtsantheiles der Locomotive sich vermindern sollte, nach Massgabe der hieraus sich ergebenden Erfordernisse, die Unterstützung des Trains mittelst Hülfs-Locomotiven eintreten lassen.

Auf diese Grundlage, und bei der Annahme des Minimums des Krümmungshalbmessers mit 573 Fuss **) wies der Ober-Ingenieur B. Latrobe nach,

*) In der Regel werden aber auf der Strecke zwischen Baltimore und Harpers Ferry schwerere Locomotive auch für die Personen-Beförderung benützt.

**) Alle diese Annahmen des Ingenieurs Latrobe beziehen sich auf die Strecke von Harpers Ferry bis Wheeling, wo nur an

dass bei dem Güter-Transporte erst bei Steigungen über $26\frac{4}{10}$ Fuss pr. Meile $(\frac{1}{200})$ die Unterstützung des Wagenzuges mittelst einer Hülfs-Locomotive eintreten, und bis zu der Steigung von 84 Fuss pr. Meile $(\frac{1}{64})$ hinreichen würde, und dass bei stärkerer Steigung als $(\frac{1}{64})$ eine zweite Hülfsmaschine hinzukommen müsste, dass aber bei der Personen-Beförderung erst bei Steigungen über $39\frac{6}{10}$ Fuss pr. Meile $(\frac{1}{133\frac{1}{3}})$ eine Hülfsmaschine nothwendig sein, und diese auxiliäre Kraft bis auf die Steigung von 107 Fuss pr. Meile $(\frac{1}{50})$ hinreichen würde *), wornach zwar gegen die Resultate der

---

drei Stellen, eine Krümmung mit 200, eine mit 500 und eine dritte mit 409 Fuss Halbmesser vorkommen, sonst aber das normale Minimum mit 573 Fuss angenommen wurde.

*) *The load of the tonnage engines will then be determined by the draught exacted by the resistance upon an ascent of* $26^4/_{10}$ *feet per mile, and wherever the inclination of the road exceeds that limit, either assistant power must be provided, or the engine working upon that grade must divide its train. The power of the auxiliary locomotive applied in aid of the one requiring help, will then extend from the grade of* $26^4/_{10}$ *feet per mile to a grade of* 1 *in* 64 *or* 84 *feet per mile, which last would be the second step in the series of plans of increasing activity on any ascent beyond which the two engines already employed would demand the addition of a third.*

This grade of $26^1/_{10}$ *feet per mile, will not however limit the load of the passengers engines, which will be able with the trains before described to pass over ascents of* $39^6/_{10}$ *feet per mile without assistance while the reserve engine aiding them upon the ascents, which surpass the grade of* $39^6/_{10}$ *feet per mile, will furnish sufficient additional power to propel the train through all succeeding inclinations up to one of* 107 *feet per mile.*

Berechnung ein Überschuss an Kraft sich zeigt, diess aber von B. Latrobe als Spielraum zur Sicherheit der Berechnung für unvorhergesehene Fälle, und für die an einigen Stellen mit einem noch kleineren Krümmungs-Halbmesser beschriebenen Krümmungen angenommen wurde. Die Annahme des B. Latrobe von $\frac{1}{7,5}$ und $\frac{1}{8}$ des auf die Treibräder entfallenden Gewichtsantheiles der Locomotive, als mittlere Grösse der Adhäsions-Kraft derselben für das ganze Jahr hindurch, mag für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn darin ihre richtige Anwendung haben, weil die Linie dieser Eisenbahn einen Terrainstreif durchzieht, welcher zwischen dem 39. und 40. Breitengrade liegt, daher die klimatischen Verhältnisse nicht so ungünstig auf die Rails, somit auch auf die Adhäsionskraft der Locomotive einwirken dürften, wie diess in nördlichen Gegenden der Fall ist *).

*) Wenn wir die meteorologischen Beobachtungen Nordamerika's mit jenen Europa's, namentlich mit jenen unseres Continentes vergleichen, so finden wir es im ersteren Lande durchgängig unter gleichen Breiten im Durchschnitte 5 bis 6 Grade des Thermometers nach Réaumur kälter. Zu Montreal in Canada, unter 45° 30′ N. Br., ergab sich aus einem fünfjährigen Durchschnitte das Maximum der Kälte — 16, 50, die mittlere Temperatur im Monat Jänner + 13, 98, und die mittlere der Wärme im Monat Juli + 69, 67 des Thermometers nach Fahrenheit; an gefallenem Schnee war im Durchschnitte die gesammte Höhe 5 Fuss 7 Zoll; das Maximum in einem Jahre war 9 Fuss. Zu Trenton in New-Jersey, unter 40° 14′ N. Br. machte das Maximum der Kälte im Jahre 1840 — 13°, und das Maximum der Wärme + 90° des Thermome-

Hingegen für die Eisenbahn zwischen Worcester und Albany, welche unter dem 42. und 43. Breitengrade gelegen ist, haben die Ober-Ingenieure Wm. Gibbe, Mac Neill und George W. Whistler *) bei der Berechnung über die Leistungen der Locomotive auf steilen Strecken wohl das Maximum der Adhäsionskraft zu $\frac{1}{6}$ angenommen, dabei aber den Fall berücksichtigt, wo die Adhäsionskraft der Locomotive bis zu $\frac{1}{20}$ abnehmen würde, und haben darnach die Grösse der auxiliären Kraft ausgemittelt, welche, unter gewissen Bedingungen rücksichtlich der Neigungsverhältnisse der Bahn und der Masse des Transportes, durch Hülfs-Locomotive erforderlich wäre.

Gleichwohl kann man annehmen, dass, so wie

---

ters nach Fahrenheit; die gesammte Höhe des Schnee's betrug 4 Fuss 3 Zoll; der grosse Fluss Delaware fror gänzlich zu. Überhaupt frieren im Winter die Flüsse und Canäle aller jener nördlich von Virginia liegenden Staaten alljährlich zu, und diess ist auch eine der Hauptursachen, wesshalb, trotz dem schönen Schiffahrts-Canal-Systeme der vereinigten Staaten, so viele und so ausgedehnte Eisenbahnlinien in den nördlichen Staaten der Union angelegt wurden. New-Orleans liegt unter dem 29° 57′ nördl. Breitengrade, und doch übersteigt die Wärme dort nur selten + 95° Fahrenheit, während bei der Kälte das Thermometer auch bis + 36° Fahrenheit gefallen ist.

*) *When the rails are wet, or frosty, the adhesion may be diminished to* $^1/_{20}$; *the load in this case is also diminished in the ratio of* $^1/_6$ *to* $^1/_{20}$. (Vergl. *Reports of the engeneers of the western rail road corporation made to the directors in* 1836 — 1837. *Springfield printed by Merriam Wood and Co.* 1838.)

die Grösse von $\frac{1}{6}$ ein Maximum ist, welches keinen Anhaltspunkt zu einer praktisch anwendbaren Berechnung der Brutto-Ladung bieten kann, eben so das andere Extrem von $\frac{1}{20}$ jene geringste Grösse der Adhäsionskraft der Maschinen darstellt, deren Eintreten in nördlich gelegenen und rauhen Gegenden wohl möglich, jedoch sehr selten, und zu einer praktischen Berechnung um so weniger annehmbar ist, als im schlimmsten Falle dem durch Schlüpfrigkeit oder Glatteis, durch Belegung von angefrornem Schnee eingetretenen ungünstigen Zustande der Rails, mittelst Bestreuen von Sand abgeholfen wird; indem, bekanntlich, durch dieses Hülfsmittel die Adhäsion zum Theile wieder hergestellt wird. Desshalb scheint es praktisch zur Berechnung der Hülfskraft für die ungünstige Jahreszeit die Adhäsionskraft für beide Locomotiv-Gattungen zu $\frac{1}{12}$ des Adhäsions-Gewichtes anzunehmen, da man dadurch mittlere Resultate erlangen wird, welche zu einer praktischen Anwendung einen richtigen Anhaltspunct darbieten werden.

Die folgenden Tabellen *A, B, C, D, E* und *F* liefern für einige auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn vorkommende Neigungs- und Krümmungsverhältnisse und für 6 Classen Locomotive die entsprechenden Ladungen, welche sie unter einem gegebenen Adhäsions-Gewichte der Treibräder fortzuschaffen im Stande sind. Das Verhältniss der Adhäsionskraft der Locomotive zu dem auf die Treibräder entfallenden Gewichtsantheile der Maschi-

ne wurde, aus obigen Gründen, für einen durch den grösseren Theil des Jahres vorkommenden befriedigenden Zustand der Rails zu $\frac{1}{7,5}$ für die Fracht-, zu $\frac{1}{8}$ für die Passagier-Locomotive, und für die ungünstigere Jahreszeit zu $\frac{1}{12}$ für Fracht- und Passagier-Locomotive angenommen. Wenn also die obigen Bezeichnungen beibehalten werden, und A den auf die Treibräder entfallenden Gewichtsantheil der Locomotive ausdrückt, so hat man unter übrigens gleichen Umständen, für die günstige Jahreszeit für Fracht-Locomotive:

$$\frac{A}{7,50}=(B+L)\left(8+n+\frac{1600}{h}\right)+29,$$

und für Passagier-Locomotive:

$$\frac{A}{8}=(B+L)\left(8+n+\frac{1600}{h}\right)+29,$$

für die ungünstigere Jahreszeit und für beide Locomotiv-Gattungen

$$\frac{A}{12}=(B+L)\left(8+n+\frac{1600}{h}\right)+29,$$

woraus man für diese drei verschiedenen Fälle

$$B=\frac{\frac{A}{7,50}-L\left(8+n+\frac{1600}{h}\right)-29}{8+n+\frac{1600}{h}}, \quad (9),$$

$$B=\frac{\frac{A}{8}-L\left(8+n+\frac{1600}{h}\right)-29}{8+n+\frac{1600}{h}}, \quad (10),$$

$$B = \frac{\frac{A}{12} - L\left(8 + n + \frac{1600}{h}\right) - 29}{8 + n + \frac{1600}{h}}, \quad (11),$$

erhält.

Das Verhältniss der Brutto-Ladung B zu der Netto-Ladung N ergibt sich aus folgenden Daten.

Das Gewicht eines achträdrigen Frachtwagens wird auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn zu $4\frac{1}{2}$ Tonnen und seine Ladungsfähigkeit zu 6 Tonnen angenommen.

Jeder achträdrige Passagier-Wagen, 60 Personen enthaltend, wird zu 6 Tonnen, die Person zu 135 Pf. Gewicht; dann für jede Person 35 Pf. Gepäcke angenommen. Für das Gepäcke aber wird jedem Passagier-Train ein eigener Wagen dazu gerechnet, welcher auch für Passagiere eingerichtet ist.

Um aber die Netto-Ladung zu erhalten, muss man von dem Gewichte der Brutto-Ladung, ausser dem Gewichte der Wagen, das Gewicht des Tenders abziehen, wobei der Tender zu 6, jeder Personenwagen ebenfalls zu 6, jeder Gepäckwagen aber zu 4, jeder Lastwagen zu $4\frac{1}{2}$ Tonnen Gewicht angenommen wird.

Nachwe von 12 Tonnen, bei verschiedenen

Das g eibräder entfallen, somit A = 18,475.

Steigung Verhältn	$\frac{A}{12}$		Anmerkung
	573 Fuss Krümmungshalbmesser		
	Brutto-Ladung in Tonnen	Personen-Anzahl	
0	128.60	671	
1/1000	103.93	534	Treibräder = 4′, Durchmesser des Cylinders = 12′, Kolbenhub = 20″ = 1.66, Heizfläche = 167 □′.
1/500	86.93	437	
1/ 5n	64.49	309	
1/ 7nn	56.69	265	Spannung im Cylinder bei der Adhäsion $\frac{A}{8}$ = **60.06** ℔ u. Geschw. = **10.5** engl. Ml.
1/135	43.17	188	
1/100	33.51	134	Spannung bei Adhäsion von $\frac{A}{12}$ = **45.63** ℔ und Geschwindigkeit = **16** Ml.
1/80	26.94	96	
1/75	25.15	86	
1/64	20.99	62	
1/55	17.32	42	
1/1..	5.68	.	
1/75	3.05	.	

Nachton von 9 Tonnen, bei verschiedenen

Das Treibräder entfallen, folglich A = 12,781.

Steig Verh	= $\frac{A}{12}$		Anmerkung
	ss gs- ser	573 Fuss Krümmungs-halbmesser	
	Anzahl	Brutto-Ladung in Tonnen	Personen-Anzahl	
	506	87.02	438	Treibräder = 4', Durchmesser des Cylinders 10.5", Kolbenhub 18' Heizfläche 144 □'. Spannung des Dampfes im Cylinder bei der Adhäsion $\frac{A}{8}$ = **60.3** ℔, Geschwindigkeit = **15.4** Ml. Spannung im Cylinder bei $\frac{A}{12}$ Adhäsion = **38.5** ℔, Geschw. = **23.26** Ml.
1/	390	70.51	344	
1/	310	58.85	278	
1/	209	43.46	190	
1/	75	38.12	160	
1/	17	28.84	107	
1/	76	22.22	69	
1/	49	17.71	44	
1/	41	16.48	37	
1/	24	13.63	21	
1/	9	11.11	6	
1/	.	3.12	.	
1/	.	1.32	.	

Nachw- Eisenbahn bei verschiedenen

bräder entfallen.

Steigungs Verhältnis	$\frac{A}{12}$ 573 Fuss Krümmungs-halbmesser		Anmerkung
	Brutto-Ladung in Tonnen	Personen-Anzahl	
0	100.19	501	Durchmesser der Triebräder = 4'; Durchmesser der Cylinder = 12½"; Kolbenhub = 18"; reduzirte Heizfläche = 167□'.
1/1000	75.58	361	
1/500	63.26	291	
1/350	46.51	196	
1/200	40.75	163	Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{8}$ = 49.4 ℔ auf den □Zoll, und die entsprechende Geschwindigkeit ist 13.1 engl. Meile in der Stunde.
1/135	30.76	106	
1/100	23.62	66	
1/80	18.77	60	
1/75	17.45	60	Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{12}$ ist 38.5 ℔, und die dazu gehörige Geschwindigkeit 19.1 engl. Mle. in der Stunde.
1/64	14.37	47	
1/55	11.66	32	
1/50	10.07	23	
1/30	.	.	
1/25	.	.	

bei verschiedenen Steigungs-

Triebräder entfallen.

Steigungs-Verhältniss	$\frac{A}{12}$		Anmerkung
	573 Fuss Krümmungshalbmesser		
	Brutto-Ladung in Tonnen	Netto-Ladung in Tonnen	
0	139.54	79.54	Durchmesser der Triebräder 3′ 6″; Durchmesser der Cylinder 12″ 6‴; Kolbenhub 20″; reduzirte Heizfläche 199□′. Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{7.5}$ ist 57.7 ℔ auf den □Zoll, und die dazu gehörige Geschwindigkeit = 12.4 engl. Meilen in der Stunde. Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{12}$ ist 42 ℔ auf den □ Zoll, und die dazu gehörige Geschwindigkeit = 16.4 engl. Meilen in der Stunde.
1/…	113.19	62.19	
1/50	94.58	51.58	
1/…	70.00	37.60	
1/…	61.49	32.49	
1/…	44.84	23.84	
1/…	36.09	18.59	
1/…	28.92	14.62	
1/…	26.94	13.14	
1/60	22.35	9.15	
1/…	18.35	8.25	
1/…	16.00	6.80	
1/…	5.61	.	
1/…	.	.	

Nac & Marx bei verschiedenen

Triebräder entfallen.

Steigungs-Verhältniss	$= \frac{A}{12}$		Anmerkung
	573 Fuss Krümmungs-halbmesser		
	Brutto-Ladung in Tonnen	Netto-Ladung in Tonnen	
0	127.33	70.42	Durchmesser der Triebräder = 3′ 4″; Durchmesser der Cylinder = 12.67 ; Kolbenhub = 16″; reduzirte Heizfläche = 182□ . Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{7.5}$ = 39.8 ℔ auf den □Zoll, und die entsprechende Geschwindigkeit ist 14.1 engl. Meilen in der Stunde. Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{12}$ = 43.6 ℔ auf den □Zoll, und die dazu gehörige Geschwindigkeit = 18.8 engl. Meilen in der Stunde.
1/1000	103.55	56.88	
1/500	86.61	47.20	
1/250	64.06	34.32	
1/200	56.87	30.21	
1/135	43.51	22.57	
1/100	33.97	17.12	
1/80	27.48	13.41	
1/75	25.72	12.41	
1/64	21.59	10.05	
1/55	17.97	7.98	
1/50	15.85	6.77	
1/40	.	.	
1/25	.	.	

Die Rubrik Anmerkung obiger Tabelle enthält, bei den gegebenen Dimensionen der Locomotive, den der vollen Benützung der angenommenen Adhäsionskräfte entsprechenden Druck des Dampfes in den Cylindern und die Geschwindigkeit des Wagenzuges pr. Stunde. Diess sind die aus den Gleichungen (5) und (6) Seite 57 abgeleiteten Werthe von D' und G. Diese Werthe sind bei einer und derselben Adhäsionskraft, für die verschiedenen Steigungs- und Krümmungsverhältnisse konstant, und müssen es auch sein, weil der vereinigte Widerstand, bestehend aus der Summe der einzelnen Widerstände 1, 3, 4, 7 und 9 Seite 51, 52 — d. i. aus dem Widerstande der Luft, als eines Körpers, durch welche der Wagenzug sich seinen Weg bahnen muss, aus der Reibung des ganzen Wagenzuges, die Locomotive mit eingerechnet, auf horizontalen und geradlinigten Rails, aus dem Widerstande der Schwerkraft bei Ansteigungen, und aus der Seitenhemmung welche die Räder des Wagenzuges an der Konkave der Bahnkrümmungen erfahren — auch als konstant angenommen wurde, und man nur die Brutto-Ladung, somit auch die Netto-Ladung veränderlich liess.

Dass die Widerstände 2, 5, 6 und 8 (Seite 51, 52) nicht auf Kosten der Adhäsionskraft fallen, erhellt von selbst. Diese nehmen lediglich nur einen entsprechenden Theil der eigentlichen Dampfkraft der Locomotive in Anspruch; wir kommen jedoch im VIII. Abschnitte auf diesen Gegenstand

zurück. Wenn die Ladung gegeben ist, so werden die Tabellen die Grenze, der horizontalen und vertikalen Projectionsverhältnisse der Bahn zeigen, über welche, bei übrigens gleichen Umständen, die Anwendung von Hülfs-Locomotiven Platz greifen muss.

Ist nebst der Ladung auch die Geschwindigkeit bedingt, so werden die Tabellen behülflich sein, die Gattung der Locomotive zu bestimmen, welche den gegebenen Bedingungen am nächsten zu entsprechen vermag.

Die stärkste Steigung beträgt auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn, und zwar auf der Strecke Parrs-Spring-ridge, 1 zu 64, auf welcher keine Krümmungen unter 1000 Fuss Halbmesser vorkommen. Nun zeigen die Tabellen *C* und *F*, dass bei diesen Bahnverhältnissen und bei der Adhäsionskraft beziehungsweise von $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{7,5}$, mittelst der dort angewendeten Locomotive 27.01 Tonnen Brutto-Ladung, somit 85 Personen mit der Geschwindigkeit von 13.1 Meilen, und 54.31 Tonnen Brutto-, 28.74 Tonnen Netto-Ladung mit der Geschwindigkeit von 11.2 Meilen pr. Stunde; dann, bei der Adhäsionskraft von $\frac{1}{12}$, 49 Personen mit der Geschwindigkeit von 19.1 Meilen und 14.40 Tonnen mit der Geschwindigkeit von 15.8 Meilen pr. Stunde, befördert werden können. Es ist daher einleuchtend, dass, wenn im ersteren Falle eine Hülfslocomotive in Anspruch genommen wird, bei der Beförderung von Personen die Brutto-Ladung ungefähr auf 40 Tonnen, die Anzahl der Personen

auf etwa 130, die Geschwindigkeit auf etwa 19.5 Meilen; bei dem Frachttransporte die Brutto-Ladung auf etwa 109 Tonnen, die Netto-Ladung auf etwa 57 Tonnen steigen würde, was sehr nahe mit der Annahme des Ingenieurs Latrobe (Seite 69) übereinstimmt. Im letzteren Falle, d. i. bei der Adhäsionskraft von $\frac{1}{12}$, müsste die Anzahl der Hülfs-Locomotive verhältnissmässig vermehrt werden. Dieser Fall ist aber von Herrn Latrobe als eine ausserordentliche Erscheinung nicht berücksichtiget worden.

Es ist oben Seite 69 bemerkt worden, dass es Latrobe dem Bedürfnisse des Verkehres für angemessen fand, die Grösse jedes Personenzuges auf 39, jene des Frachtzuges auf 109 Tonnen Brutto-Ladung zu bestimmen. Nun zeigen die Tabellen *C* und *F*, dass bei dieser Annahme, dann bei der in Nordamerika auf wohlgeregelten Bahnen üblichen Geschwindigkeit von 20 Meilen für die Personen und 10 Meilen für die Güter, die Anwendung von schwereren Locomotiven als jene der Tabellen selbst kaum räthlich wären, wohl aber für die günstigere Jahreszeit, wo die Adhäsionskraft $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{7,5}$ oder auch mehr beträgt, auch die Benützung leichterer Maschinen mit Vortheil eintreten kann, wie diess auch wirklich auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn Statt findet. Wir werden übrigens weiter unten auch die Anwendung von schwereren Locomotiven in Betracht ziehen.

IV. ABSCHNITT.

UNTERBAU UND GEBÄUDE.

In Nordamerika, wo Alles streng nach dem Bedürfnisse berechnet wird, würde man die Prachtwerke der englischen Bahnen nur vergebens suchen.

Daher fällt der Reisende, wenn er kein Ingenieur ist, nur selten ein günstiges Urtheil über die amerikanischen Rail-Roads. — Er gehet gewöhnlich über England dahin, und bringt die Erinnerung an das gefällige Ansehen der grossartigen und zierdevollen Kunstobjekte, womit unstreitig die englischen Railways so reichlich ausgestattet sind, mit sich; dann freilich machen die bescheidenen nordamerikanischen Rail-Roads auf seine Sinne einen schwachen, farblosen, ja zuweilen gar keinen Eindruck.

Es ist ganz richtig: schön in dem Sinne, wie es gewöhnlich gemeint ist, sind die nordamerikanischen Eisenbahnen nicht. — Mannigfaltige Bogenstellungen, imposante eiserne Viaducte, grossar-

tige, architektonisch verzierte Tunnels, zierliche Geländer u. s. w., all diess vermisst man an den amerikanischen Eisenbahnen; dafür aber beurkundet sich allenthalben eine wohl berechnete Ökonomie; und bei einer nähern Untersuchung ihrer Constructionsart lernt man immer mehr den Grundsatz würdigen, dem Zwecke der Anstalt nur mittelst des geringstmöglichen Kostenaufwandes gehörig zu entsprechen.

In Nordamerika wird bei dem Baue der Eisenbahnen auf die Anbringung monumentaler Kunstobjekte nicht abgesehen, sondern die Amerikaner wenden vorzüglich ihre Geschicklichkeit in ökonomischer Richtung an; sie trachten nämlich durch eine auf dem Felde kunstgerecht ausgeführte Tracirung den Terrainsschwierigkeiten nach Thunlichkeit auszuweichen, oder denselben, erst wenn sie unvermeidlich sind, durch Anwendung jener, streng den örtlichen Verhältnissen angemessenen Anlagen beizukommen. — Desshalb sind die amerikanischen Ingenieure bei der Tracirung auf dem Felde unermüdlich; desshalb ist die Bestimmung der Bahnlinie für jede schwierige Strecke Gegenstand vielfältiger technischer Studien und Vergleiche; desshalb wird auch eine wichtige Projektirung nur theoretisch und praktisch erprobten Männern anvertraut.

Eine im richtigen Sinne ökonomische Tracirung und Projektirung war wirklich für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn auch in Bezug auf den Un-

terbau eine Hauptbedingung, ohne deren strenge Erfüllung die Gesellschaft nicht im Stande gewesen wäre, den ohnehin kolossalen Bau zu unternehmen und durchzuführen; denn das Terrain bot eine Reihe von Schwierigkeiten dar, deren Überwindung, mittelst eines möglichst wohlfeilen Baues die grösste Aufmerksamkeit der Ingenieure in Anspruch nehmen musste.

Nur durch das häufige Brechen der Linie in ihrer horizontalen Projektion, dann durch Anwendung jener Krümmungsverhältnisse, deren im I. Abschnitte erwähnt wurde, war es möglich die Bahn an die vielfältig abwechselnden Abdachungen und hervortretenden Felsenwände in der Art anzuschmiegen, dass gerade dort, wo das Terrain bei einem andern Verfahren ein weites Feld zur Anbringung von Tunnels und Viaducte dargeboten hätte, nur gewöhnliche Einschnitte und Stützmauern den erwünschten Dienst zu leisten vermochten. Kunstarbeiten grösserer Gattung waren, wo sie vorkommen, durch unbezwingliche Terrainsverhältnisse oder durch gegebene Bedingungen geboten.

In der ersten Bahnabtheilung von Baltimore bis Harpers Ferry war der Bau der zwei Endstrecken von Baltimore bis zur zweiten Übersetzung des Patapsco-Thales, und von Point of Rocks bis Harpers Ferry am schwierigsten; auf Ersterer dadurch, dass die Bahn viele Hügel und Thäler durchschneiden musste, auf Letzterer, weil die

Bahn meilenlang dicht an dem ohnehin mit Noth zwischen Felsen und dem Potomac-Strome enge eingeschlossenen Chesapeake- und Ohio-Canal angelegt werden musste. — In der Nähe von Baltimore setzt die Bahn über den Bach Gwinns-Fall mittelst einer grossen steinernen Brücke, welche zwei Bögen, den einen 80, den andern 20 Fuss lichte Weite hat, und durchaus aus Granit-Quadern gebaut ist. Unweit davon kommt ein etwa 600 Yards langer, 70 Fuss tiefer, im harten Tufsteine ausgeführter Durchstich vor. Ungefähr am Halbwege zwischen der Stadt Baltimore und der ersten Übersetzung des Patapsco-Flusses ist der Bahndamm in der Niederung des Nebenthales Gadsbys-Run etwa 400 Yards lang und 56 Fuss hoch; und noch andere Dämme, jedoch minderer Art, wechseln auf der weiteren Strecke mit Einschnitten ab. In dem Patapsco-Thale selbst sind aber Letztere meist in Felsen und zwar im Granite ausgeführt, denn das ganze Thal des Patapsco-Flusses und zum Theil jenes des Monocacy-Baches gehört der Granit-Formation an. Vor der Station Ellicotts-Mills setzt die Bahn zum ersten Male über den Patapsco-Fluss *)

*) Die erste Übersetzung des Patapsco-Flusses kommt auf der Hauptbahn erst in der Nähe der Station Ellicotts-Mills vor. Die Flügelbahn nach Washington, welche bei der Station Elk-Ridge-Landing von der Hauptbahn ausästet, setzt aber schon bei dieser Station über den Patapsco-Fluss mittelst eines steinernen Viaductes. Dieser hat, einschliessig der zwischen den Landpfeilern und den Ufern angelegten Stütz-

mittelst einer aus Granitsteinen erbauten Brücke mit 4 Bögen, 2 in der Mitte zu 55 Fuss, und 2 an der Seite zu 20 Fuss Spannweite. Unmittelbar hinter der Brücke und der Station selbst kommen zwei bedeutende Einschnitte in Felsen mit verticalen Wänden vor, sonst ist die Bahn meist am Ufer des Flusses geführt und streckenweise auf trockenen Stützmauern angelegt.

Oberhalb der Station Ellicotts-Mills, $20\frac{1}{2}$ Meilen von Baltimore, schneidet die Bahn mit ihrer Richtung eine Serpentine des Patapsco-Flusses mittelst zwei etwa $\frac{1}{3}$ Meile von einander entfernten Brücken ab, wovon die Eine mit einer einzigen 150 Fuss weiten Öffnung senkrecht, die An-

---

mauern, die Länge von 660 Fuss, die Höhe von 66 Fuss über der Sohle des Thales, und 8 halbkreisförmige Bögen, jeder zu 58 Fuss lichte Weite. Weil aber die Übersetzung des Flusses in einer Krümmung geschehen musste, so wurde auch der Viaduct in seiner Horizontal-Projektion in einer Krümmung, jedoch der Art ausgeführt, dass beide Kämpferlinien jedes Bogens unter sich parallel, zugleich aber senkrecht zu der entsprechenden Bahnaxe; die Pfeiler hingegen sämmtlich in der Richtung des Bahn-Krümmungshalbmessers angelegt sind. Dieser Anordnung zu Folge, verjüngt sich die Stärke der Pfeiler von der concaven nach der convexen Seite der Bahn. Die Pfeiler selbst sind aber an beiden Seitenflächen, so wie an ihren Stirnseiten geböscht; und an Letzteren auch abgerundet. Dieser Abrundung entsprechend, erheben sich über jeden Pfeiler, von der Kämpferlinie bis zum Brückengesimse Halbsäulen, welche zur Verstärkung der Frontmauern der Brücke dienen.

dere mit zwei Öffnungen von gleicher Spannung, jedoch schief zu dem Laufe des Flusses angelegt ist, und beide mit gemauerten Pfeilern und hölzernem Oberbau nach einer und derselben Constructionsart gebaut sind,

Diese Constructionsart ist aus Fig. 3, 4, 5 und 6 Taf. VII. ersichtlich. Es ist ein zusammengesetztes Gitter und Sprengwerk nach dem Systeme der *improved frame Bridges* des Colonel Long; indem, bei den fraglichen Brücken, sein verbessertes, aus den Längenzangen *ab*, *cd*, aus den verticalen Ständern *ef* und aus den über das Kreuz gestellten Streben *gh*, *ik* bestehendes Traggeländer *(improved truss-frame)*, in Verbindung mit seinem verbesserten, aus den Streben *lm*, *no*, *pq*, *rs* und den horizontalen Spannriegeln *mm*, *oo*, *qq*, *tu* bestehenden Sprengwerke *(improved arch-bracing)* in Anwendung kam. Taf. VII.

Die Richtung der Brücke ist schief zu jener des Flusslaufes; die lichte Weite jedes Brückenfeldes, in dieser Richtung gemessen, beträgt 150 Fuss; die Breite der Brücke, einschliessig des Gitterwerkes, misst 26 Fuss; die innere Weite der Brückenbahn aber nur 22 Fuss; eine Wand in der Mitte theilt sie jedoch in zwei Bahnen für die zwei Fahrgeleise, womit die Brücke belegt ist. Diese Wand dient als mittlere Stütze für die Brückenbedachung, keineswegs aber als Tragwerk für die Brücke, indem nur die zwei äusseren Gitterwände *AB*, *CD*, Fig. 4 Taf. VII. ihrer Constructions-

art gemäss, die ganze Brücke zu tragen angewiesen sind. Diess ist ein weiterer Beweis der Festigkeit dieses Brückensystems, indem man es, ungeachtet des doppelten Bahngeleises und der schweren Last- und Personen-Züge die darüberfahren, für überflüssig fand, an die Stelle der inneren Scheidewand, ein drittes tragendes Gitter und Sprengwerk anzubringen.

An jeder Tragwand sind die unteren Zangenhölzer *(String pieces) ab* Fig. 3 Taf. VII vierfach, die oberen Zangenhölzer *cd*, die Ständer *(posts) ef*, die Streben und Gegenstreben *(main- and counter-braces) gh, ik*, dann die Sprengstreben *(arch-braces) lm, no, pq, rs*, so wie die Spannriegel *(plates) mm, oo, qq, tu*, dann die Bahnhölzer *vx, vx* u. s. w. und die Dachsäulen *yy* u. s. w. zweifach; das übrige Gebälke hingegen: als die Durchzüge *(floor timbers) zz, zz* Fig. 3, 4, die Windstreben *(lateral-braces) a'a', b'b'* und die Dachbestandtheile einfach.

Die Hauptglieder des Gitter- uud Sprengwerkes sind im Querschnitte 6 × 12 zöllig, und auf die hohe Kante gestellt; sämmtliche Holzbestandtheile sind rein kantig behauen, und ihre sonstige Verbindung und Befestigung unter sich, ist mittelst durchgreifender Schrauben, dann mittelst hölzerner Keile erzweckt; überhaupt spielen Letztere bei diesem Constructions-Systeme eine wichtige Rolle; indem durch die an die Stütz- und Berührungspuncte der einen Hölzer gegen die andern angebrachten Keile, sämmt-

liche Trägglieder in die beabsichtigte Stellung und Wirkung vollständig versetzt werden, wobei zugleich auf eine gleichförmige Convexität der obern und untern Längenzangen und Tragwände, über die horizontale Lage, durch eine angemessene Verspannung abgesehen ist. Um aber dem Sprengwerk-Systeme eine unverrückbare Grundlage zu geben, sind, da wo die untern Zangenhölzer auf den Land- und Mittelpfeilern und zwar auf den Mauerbänken *c' c'* Fig. 4 und 5 ruhen, gusseiserne Sättel *F, E,* Fig. 5 und 6, angebracht, welche in eigens abgetheilten Schuhen *d' e' f' g'* die Streben aufnehmen, und da die Sättel durch eine eigene Verbindung in die Zangenhölzer eingreifen, so ist eine Verrückung der Stützpuncte der Streben nicht denkbar. Diese Vorrichtung gewährt überdiess den Vortheil, dass die nachtheilige Berührung von Holz mit Holz, so wie der ungleichförmige Druck der Holzfasern, und das Eindringen der Feuchtigkeit beseitiget sind. Diese Vorrichtung dürfte als eine Verbesserung des Long'schen Systems angesehen werden, bei welchem die Spannstreben in der Regel tief unter das Brückenfeld reichen und sich unmittelbar gegen die Seitenflächen der Brückenpfeiler stemmen.

Das Brückengehölze ist meist von gelber Fichte *(yellow pine)*.

Die Brücke hat an beiden Seiten eine Bretterverschalung, ist mit einem Dache versehen, und mittelst 8 Fenster, 4 an jeder Seite beleuchtet,

wodurch das Gehölze vor den atmosphärischen Wechseln geschützt, zugleich für Licht und Luftzug gesorgt ist.

Ungefähr 29 Meilen von Baltimore geht die Bahn abermals von dem linken auf das rechte Patapsco Ufer mittelst einer nicht erheblichen steinernen Brücke mit einer einzigen Öffnung über. Nach diesem Objekte ziehet zunächst die Arbeit am Gipfel Parrs-Spring die Aufmerksamkeit auf sich, indem die umgebaute Strecke auf beinahe 2 Meilen Länge, mit wenigen Unterbrechungen in sehr tiefen Einschnitten im Felsen angelegt ist. Für einen Tunnel waren die Abdachungen an beiden Seiten zu sanft, der Bergrücken selbst zu flach, und die ganze Örtlichkeit bot keinen kegelförmig gestalteten Rücken dar, um mittelst eines Tunnels eine verhältnissmässig lohnende Ersteighöhe zu ersparen; am Übergange musste daher der Einschnitt lang ausfallen.

Zwischen Parrs-Spring und dem Potomac-Strome erforderte der Bahnbau, mit Ausnahme der Brücke über den Monocacy-Fluss, nur gewöhnliche Arbeiten. Die flache Thalebene zwischen diesem Flusse und Point of Rocks gestattete eine günstige Bahnrichtung und schöne gerade Linien, deren Eine die Länge von 6 Meilen hat, und doch nur an wenigen Stellen grosse Aufdämmungen, sonst aber geringe Erdarbeiten erforderte. Die Brücke über den Monocacy-Fluss ist, mit wenigen Modificationen, nach dem Systeme der oben be-

schriebenen Patapsco-Brücke, von Holz mit Land- und Mittelpfeilern vom rauhen Mauerwerke und mit drei Öffnungen, jede zu 110 Fuss, erbaut.

Bei Point of Rocks, ungefähr 14 Meilen von Harpers Ferry, wo die Bahn den Chesapeake-Ohio-Canal und den Potomac-Strom erreicht, ist dieselbe auf einer ziemlich langen Strecke theils tief im Felsen ausgesprengt, theils auf hohen, dicht an dem Canal-Ufer laufenden Stützmauern angelegt. Überhaupt erschwerten die Rücksichten auf den Canal, mit welchem die Bahn bis Harpers Ferry parallel lauft, den Bau derselben bedeutend; am schwierigsten aber war deren Herstellung bei Harpers Ferry selbst, wo die Bahn von dem nördlichen Ufer des Canals auf das südliche Ufer des Potomac-Stromes geführt ist; denn es wurde hier für die an die Canal-Brücke bei *D* Taf. IV. Fig. 1 sich anschliessende Strecke nöthig, die Bahn um die Hälfte in einem fast verticalen hohen Felsen auszusprengen, um die andere Hälfte aber dem Canal mittelst einer in gleicher Höhe mit der Brücke hergestellten Stützmauer abzugewinnen, wobei man jedoch, um dem Canal nur das streng Nothwendigste abzunehmen, den äussern Schienenstrang des Geleises so dicht am Rande der Stützmauer laufen liess, dass die Seitenfläche des fahrenden Wagenzuges über den Rand der Mauer hinaus ragt, was allerdings für das Auge keinen angenehmen Anblick gewährt. Dass die Stützmauern durchaus trocken gelegt sind, ist oben bemerkt worden.

Taf. IV. In dem I. Abschnitte ist des Viaductes erwähnt worden, mittelst welchen die Eisenbahn den Potomac-Strom übersetzt um die Stadt Harpers Ferry in Virginia zu erreichen und fortan den Zug im Gebiete dieses Staates am rechten Potomac-Ufer fortzusetzen.

Tafel IV., V., VI. Die Constructionsart dieses Viaductes ist aus Tafel IV., V. und VI. ersichtlich. Derselbe hat Tafel IV. Fig. 1 die gesammte Länge von 915 Fuss, 7 Öffnungen, wovon die grösste 130 Fuss, die kleinste 74 Fuss zur lichten Weite misst, gemauerte Land- und Mittelpfeiler, und hölzernen Oberbau.

Am zweiten rechtseitigen Mittelpfeiler theilt sich die Bahn in zwei Richtungen, führt mit der Einen geraden nach Harpers Ferry, wo sie sich an die nach Winchester führende Winchester-Potomac-Eisenbahn anschliesst, und setzt mit der Andern in gekrümmter Linie den Zug nach Cumberland fort. Die Constructionsart ist jener der oben beschriebenen Patapsco-Brücke ähnlich; es ist ein zusammengesetztes Gitter- und Sprengwerk mit dem Unterschiede, dass bei dem fraglichen Viaducte das Sprengwerk vorherrschend, und dass das Brückenfeld mit der Fahrbahn Tafel V. Fig. 5 und Tafel VI. Fig. 6 in der Mitte der Höhe des Gitterwerks angebracht ist. Das Brückenfeld hat zwei Geleise für die Locomotiv-Züge, und ausserhalb derselben an einer Seite eine Fahrbahn für den Verkehr des gewöhnlichen Fuhrwerks, welche, wie Fig. 1, 3 und 6 zeigen, die nach Cumberland

in krummer Richtung führenden Schienenstränge in gleichem Niveau übersetzt.

Diese Brücken - Construction zeichnet sich besonders durch die Art der Verbindung des gekrümmten mit dem geraden Theile der Brücke auf dem Brückenfelde *bc* Fig. 1, 3 aus.

In diesem Theile ist die Brücke nämlich, die sonst ein dreifaches System von Tragwänden *hh*, *h'h'*, *h''h''* (Fig. 4.) hat, nur von zwei Wänden *mi*, *gn* (Fig. 3.) getragen, wiewohl gerade dieses Brückenfeld am breitesten ist. Nur sind an diesem und an dem bis zum rechtseitigen Brückenkopfe reichenden Brückenfelde *ab* (Fig. 2.) die Sprengwerke in so ferne stärker, als die unteren Sprengstreben und Sprengriegel doppelt sind, während dasselbe Gebälke *qrrq* (Fig. 5.) des geraden Theils der Brücke einfach ist. Auch sind in diesem die Durchzüge *ss*, *ss* (Fig. 4.) einfach, die Durchzüge *ss*, *ss* (Fig. 2., 3,) der gedachten zwei Brückenfelder aber aus vier an einander horizontal liegenden Balken bestehend. Die Durchzüge *ss*, *ss* u. s. w. sind durchgehends sowohl auf den untern Zangenhölzern als auch unmittelbar unter der Fahrbahn angebracht, und die verticale Verbindung geschieht durch die dreifache Säule *t*, *t* (Fig. 2., 3.). An der Auflagsstelle des Sprengwerkes auf den Pfeilern wurden gusseiserne Stemmschuhe angebracht, in welchen das Gebälke des Sprengwerks selbst in einem Systeme zusammengehalten und befestiget ist. Fig. 7. Tafel VI. zeigt die Form Tab. VI.

des gusseisernen Stemmschuhes für das Sprengwerk, wo es wie bei *m* und *f* (Fig. 3.) auf den Pfeilern ruhet; Fig. 8. stellt die Verbindungsart zweier gegen einander in einem Winkel gestemmter Sprengwerke auf dem grossen Pfeiler bei *i*, so wie der zwei Stemmschuhe dar, in welchen das Gebälke befestiget ist; und aus Fig. 9 sind die Stemmschuhe für das zweifache Sprengwerk *q*, Fig. 5, und einfache Sprengwerke *h*, Fig. 4, der geraden Brückenfelder ersichtlich. Über den Zweck und die Vortheile dieser Befestigungsart ist oben das Nöthige gesagt worden.

Es muss hier bemerkt werden, dass ursprünglich die Brücke nur für die Bahn in der geraden Richtung nach Harpers Ferry angelegt war, der Zubau der zwei Brückenfelder *ab*, *bc* Tab. IV., aber nachträglich durch die Bestimmung bedingt wurde, bei der Stadt Harpers Ferry den Hauptzug nach Cumberland ausserhalb der Stadt zu führen. (S. I. Abschnitt Seite 14, 15.) Der neue Bau wurde in den Jahren 1841 und 1842 ausgeführt und bei derselben Gelegenheit wurden grosse Ausbesserungen an der ganzen Brücke vorgenommen.

Unmittelbar oberhalb des Potomac-Viaductes ist die Bahn mittelst eines andern fast parallel mit dem Flusse laufenden Viaductes über den River-Wall geführt, dessen Oberbau von Holz, aus einem sehr starken Sprengwerke bestehet. Dieses ist von gusseisernen Säulen getragen, welche auf niederen gemauerten Pfeilern ruhen. Bei dieser Bauart,

welche in ihrem Ganzen sowohl als in ihren Einzelnheiten sehr eigenthümlich aussieht, war vornehmlich darauf abgesehen, die Verhältnisse des Flusses bei seinen Hochwässern, und den Canal, welcher von demselben ableitet und als Triebkraft für die in Harpers-Ferry sich befindenden Gewehrfabriken der Föderal-Regierung zu Washington dient, nicht zu stören.

Auf der weiteren, ungefähr 3 Meilen langen Strecke ist die Bahn dicht am Potomac-Strome, zum Theile auf Stützmauern, zum Theile aber in hohen Felsen angelegt. Auch kommt in dieser Strecke eine Brücke mit steinernen Pfeilern und hölzernem Oberbaue nach dem Long'schen Constructions-Systeme über den Elk-branch, von welchem an die Bahn den Potamac-Strom verlässt, und die Richtung gegen den Striders-Summit nimmt, vor. Hinter dieser sind die Brücke über den Opequon-Fluss bei Martinsburg, jene über den Gross-Cacapon-Fluss, die zwei Tunnels bei Doe-Gulley und paw-paw-ridge, dann die Viaducte über die North- und Suth-branches des Potomac-Stromes unterhalb Cumberland, die erheblichsten Kunstobjekte, die auf der Strecke bis zu dieser Stadt vorkommen. In der Strecke von Harpers-Ferry bis Hancock beträgt der Kubikinhalt der Felsenarbeit fast die Hälfte der ganzen Abgrabungsarbeit; auf der ganzen Strecke von Harpers-Ferry bis Cumberland ist die Anlage der Bahn auf Wand- und Stützmauern das vorherrschende

Bahnprofil, und an hölzernen Brücken beträgt die gesammte Länge 2152 Fuss. Dass in der Regel nur trockenes Gemäuer angewendet, und dass diese Bauart eine wichtige Rolle spielt, ist oben bemerkt worden. Die gesammten Kosten für den Unterbau dieser 96½ Meilen langen Strecke waren im Durchschnitte zu 19200 Dollars pr. Meile veranschlagt, und die bei der Ausführung wirklich ergangenen Bauauslagen beliefen sich auf 20500 Dollars: also wurde der Kostenüberschlag des Projektes nur um 7% überschritten. Auf der Strecke von Baltimore bis Harpers Ferry fielen die Unterbaukosten dadurch höher aus, dass man nachträglich Umlegungen einzelner Bahnstrecken, Herstellungen von Brücken u. s. w. vorgenommen hat, deren Baukosten zu den ursprünglichen Anlagskosten zugeschlagen wurden.

Die nachträgliche Verbesserung des Harpers-Viaductes und dessen Erweiterung nahm einen bedeutenden Kostenaufwand in Anspruch. Die jährlichen Erhaltungskosten dieses Objektes werden zu 1500 Dollars angenommen.

Mit Gebäuden zum Behufe des Betriebes ist die Baltimore-Ohio-Eisenbahn, so wie dies allgemein bei den nordamerikanischen Rail-Roads der Fall ist, sehr spärlich ausgestattet.

Permanent angestellte, auf der Bahn in gewissen Abständen vertheilte Bahnwächter, haben die Amerikaner nicht, daher kommen dort förmliche Wächterhäuser, wie wir sie auf dem Conti-

nente haben, gar nicht vor. Die Stationen, eigentlich die Orte zum Ein- und Aussteigen, sind zwar häufig: die Baltimore-Ohio-Eisenbahn hat auf der 81 Meilen langen Strecke von Baltimore bis Harpers Ferry deren 13 an der Zahl, und andere Bahnen haben sie noch näher an einander, allein eine Zwischenstation ist oft weiter nichts als ein Punct der Bahn in der Nähe einer Ortschaft oder einer Seitenstrasse, an welchem der Train anhält um Passagiere aufzunehmen, oder sie absteigen zu lassen, ohne dazu auch nur ein einziges Gebäude zu haben, und nur an jenen Stationen, die einige Wichtigkeit haben, oder zu einem längeren Aufenthalte bestimmt sind, ist das Cassa-Bureau *(Ticket-office)* nebst einer Personenhalle, an welcher gewöhnlich eine Traiterie anstösst, vorhanden. Unter diese Gattung gehören die Bahnhöfe zu Ellicotts-Mills, wo man von Baltimore abgehend in den in Nordamerika für das Frühstücken bestimmten Stunden anlangt, und auch wirklich gefrühstückt wird, und am Fredrick-Branch, wo die Flügelbahn nach Fredrick ausästet. In Baltimore befindet sich die Haupt-Aufnahms-Station für Passagiere an der Pratt-Street, Tafel II., Fig. 1, 2, sie bestehet aus einer sehr geräumigen Halle, die zugleich für die Unterstellung einiger Wägen dient, und aus der Cassa-Stube *(Ticket-office)*, und die Magazine für die Waaren liegen am Hafen-Bassin. Der eigentliche Betriebs-Bahnhof befindet

sich ausserhalb der Stadt (I. Abschnitt Seite 13, II. Abschnitt Seite 33) und zwar an einem Orte, Mount-Clair genannt, ungefähr 2 Meilen von dem Mittelpunkte der Stadt entfernt. Er ist sehr geräumig, mit einer Unzahl von nach allen Betriebsgebäuden hingehenden und sich kreuzenden Geleisen belegt, hat das Wasserhaus und die Remise für Locomotive, Remise für Wagen, Stallungen und eine ganz gesonderte Abtheilung für sämmtliche Werkstätte.

Die Gesellschaft lässt in diesem Bahnhofe auf eigene Rechnung die Reparaturen der Locomotive und Wagen minderer und grösserer Gattung, ja die gänzliche Verfertigung von neuen Wagen für die ganze im Betriebe sich befindende Bahnstrecke, welche einschliesslich der nach Washington und nach Fredrick führenden Flügelbahnen, bereits die gesammte Länge von 211½ Meilen misst, vornehmen. Die mechanischen Werkstätte mussten daher einen ihrer Bedeutung angemessenen grossen Umfang erhalten, und sie nehmen auch wirklich den grösseren Theil des ganzen Bahnhofes in Anspruch. Eine Dampfmaschine zu 25 Pferdekraft, deren Cylinder 12½ Zoll Durchmesser und 22 Zoll Kolbenhub, und deren Kessel 218 Röhren mit 2 Zoll Durchmesser hat, erhält das Gebläse für die Giesserei und sämmtliche Maschinen der Werkstätte, deren Einrichtung so sinnreich ist, dass das Zuthun der menschlichen Hände auf das Minimum reducirt ist, im Betriebe.

Nebst der Schlosserei und Dreherei treibt die Dampfkraft in den Zimmer- und Tischlerwerkstätten solche kunstvolle Maschinen und Vorrichtungen, wodurch alle denkbaren Arbeiten jeder Gattung verrichtet, alle Bestandtheile von den gröbsten bis zu den zartesten geformt, gebohrt, geschnitten und nach Belieben verfertigt werden.

Für die Amerikaner ist die möglichste Entbehrung der Menschenkraft bei mechanischen Arbeiten eine fast nothwendige Bedingung ihrer Einrichtungen, weil das Land noch immer Mangel an der nöthigen Bevölkerung leidet, daher der Taglohn der Professionisten und Handlanger sehr hoch ist. In dem Bahnhofe zu Mount-Clair hat man aber so viel als nur möglich die Menschen durch Maschinen zu ersetzen gewusst. Im Monate Mai 1842, wo in den Werkstätten die grösste Thätigkeit zum Behufe der Eröffnung der weitern Strecke von Harpers-Ferry bis Cumberland herrschte, waren im Ganzen etwa 120 Arbeiter beschäftiget.

So einfach und anspruchslos die Maschinen-Gebäude von Aussen sind, so reichlich und sinnreich sind die Werkstätte in der innern Einrichtung ausgestattet. Überhaupt verwenden die Amerikaner auf diesen Betriebszweig die grösste Sorgfalt. Auch bilden die Werkstätte in der Regel eine besondere Anstalt für sich, die oft 2 bis 3 Meilen von der Aufnahms-Hauptstation

entlegen ist. Der Packhof mit dem Waaren-Magazine ist ebenfalls von den übrigen Gebäuden getrennt. Wasserstationen auf der Bahn liegen in der Regel von etwa 20 zu 20 Meilen auf die einfachste Weise eingerichtet.

V. ABSCHNITT.

BAHNOBERBAU UND VERSCHIEDENE SYSTEME HIERZU.

Bei einem Rückblick auf das Entstehen der Eisenbahnen in Nordamerika, und bei näherer örtlicher Untersuchung derselben dringt sich die Thatsache auf: dass daselbst die Eisenbahnen theils an die Stelle der schon bestehenden aber kunstlos angelegten Landwege, theils zur Eröffnung ganz neuer Communications-Linien, und endlich als Ersatz für die Canäle, welche im Winter frieren, eingeführt wurden. Sobald das Bedürfniss der Anwendung dieses neuen Communications-Mittels anerkannt war, musste auch bei den eigenthümlichen Verhältnissen jenes Landes dessen Zustandebringung rasch von Statten gehen. Allein die Amerikaner hatten keine Kantenschienen, und keine Locomotiv-Maschinen-Werkstätte. Die Dampfwagen mussten jedenfalls von England eingeführt werden, aber bei den Bahnschienen wollten sie sich in die Möglichkeit setzen, diese selbst zu erzeugen, dabei zugleich Bedacht nehmend, dass dieselben auf das geringst mögliche Gewicht beschränkt würden,

um für den Fall der nothwendigen Herbeischaffung der Rails aus fremdem Lande, die Nachtheile der Einfuhr weniger fühlbar zu machen.

Weil ferner die Amerikaner aus ihren unerschöpflichen Waldungen Bauholz im Überfluss erzeugen können, und die Zimmerkunst vorzüglich eigen haben, so wählten sie anfänglich eine solche Constructionsart des Bahnoberbaues, bei der es hauptsächlich auf die Anwendung leichterer Schienen ankam, wogegen ein stärkeres Holzgerippe als Unterlage derselben angenommen wurde. Hieraus entstand das eigentliche amerikanische Oberbausystem, welches, so wie auf anderen Bahnen, ursprünglich auch auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn, jedoch mit den Modificationen in Anwendung kam, die aus Tafel VIII. Fig. 1 bis 6, und aus Tafel X. Fig. 7 bis 9 ersichtlich sind.

Taf. VIII. und X.

In der Regel bestehet dieses Flachschienen-*(plate rails)* System aus ununterbrochen fortlaufenden hölzernen Langschwellen, hierauf ruhenden Querschwellen, und aus von diesen getragenen Streckbalken, auf welchen die Flachschienen angenagelt sind; wobei die Langschwellen in mit der Bahnlinie parallel laufenden, mit festgestampftem Gerölle ausgefüllte Gräben gebettet sind. Diess ist das ursprüngliche, das meistens angewendete, man kann sagen, das echte amerikanische Platrails-Oberbau-System. Diess System unterlag aber bei seiner Anwendung einer Unzahl einzelner Modificationen, je nach dem Orte wo es angewendet, je

nach den Ansichten des Ingenieurs, von dem es angenommen wurde.

Auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn wurde ursprünglich die ganze Strecke von Baltimore bis Harpers-Ferry mit Flachschienen belegt. Dieses Oberbausystem erscheint noch jetzt an jenen Stellen, wo es noch nicht aufgehoben und mit dem Kantenschienen-Systeme ersetzt wurde, unter den verschiedenen Constructionsarten, welche sich im Wesentlichen in Folgendem beschreiben lassen.

Für die erstern Bahnabtheilungen wurden die Flachschienen, Taf. VIII. Fig. 1, 2, 3, auf die genannten Langschwellen genagelt, diese in eigens hierzu ausgehobene, parallel mit der Bahn laufende und mit festgestampftem Gerölle ausgefüllte Gräben eingebettet. Die Abwesenheit aller Quer- und Langverbindung der beiden Stränge mit einander und der einzelnen Schwellenstücke unter sich, dann die Steifheit des Steines und die Ungleichförmigkeit der Unterlage, machten dieses System, wie es aus den Zeichnungen selbst hervorleuchtet, höchst mangelhaft. Es wurde auf einer ungefähr 40 Meilen langen Bahn angewendet, im Verlaufe der Zeit aber gänzlich verworfen. Taf. VIII.

Für die weiteren Abtheilungen wählte man die meistens gebräuchliche Methode die Flachschienen auf hölzerne Streckbalken zu nageln, und diese, auf und in hölzerne Querschwellen zu befestigen Fig. 4, 5 und 6. Es unterblieben hier die Langschwellen — Sills — die sonst bei diesem

Systeme als Unterlage der Querschwellen — *cross sleepers* — angewendet wurden, und man beschränkte sich unter jeder Auflagsstelle der Streckauf den Querbalken das Terrain mittelst einer Einbettung von zerschlagenen Steinen oder Schotter vorzubereiten, um den Querschwellen in der Gegend des Druckes feste Auflagspunkte zu verchaffen. Bei dieser Constructionsart ist wenigstens einer Seitenverschiebung der Schienenstränge vorgebeugt, indem die Streckbalken in eigens an den Querschwellen gemachten Einschnitten eingelassen, und mittelst hölzerner Keile in denselben festgehalten sind, wie aus Fig. 4 und 6 ersichtlich ist.

Tab. X. Bei der dritten Methode wurden die hölzernen Streckbalken — *String pieces* — auf welchen die Flachschienen befestiget sind, beibehalten; die Querschwellen unterblieben, und an ihre Stelle wurden Granitblöcke angewendet, welche auf der gewöhnlichen Unterlage von fest gestampftem, in eigens hierzu ausgehobenen Gräben eingebetteten Schlägelschotter ruhen, Fig. 7, 8 und 9. Zwei auf jedem Steinblock genagelte gusseiserne Flügel bilden eine Art Sattel — *Chair* — in welchem die Langhölzer festgehalten sind.

Bei dieser Oberbau-Construction ist der Verrückung der Schienen-Linie, somit auch der Veränderung der Geleiseweite nicht begegnet; zudem hat sie den Nachtheil, dass durch etwa eintretende Einsenkungen und Verschiebungen der Steinblö-

de, auch das Niveau des Bahngeleises verloren gehet, und die Schienen nur einen ungleichmässigen Widerstand dem Drucke der fahrenden Trains entgegensetzen.

Unter den oben beschriebenen drei Bauarten ist gewiss die zweite, Taf. VIII. Fig. 4, 5 und 6, wo die Anwendung der Steine gänzlich beseitiget ist, die Beste, d. i. die weniger Mangelhafte. Daher wurde im Verlaufe der Bahnbenützung, als: entweder Umwechslungen des ganzen Systems, oder Ausbesserungen des Bestehenden eintraten, zuerst das eine Geleise des Oberbaues von der ersten Bauart, Fig. 1, 2 und 3 auf 40 Meilen gänzlich umgeändert, das Andere ausser Gebrauch gesetzt, und einzelne Ausbesserungen auf der weitern Strecke wurden durchaus nach der zweiten Constructionsweise Fig. 4, 5 und 6 vorgenommen, wobei zuweilen auch hölzerne Langschwellen unter den Querschwellen angebracht wurden*). Diese Bauart wird zu verstehen sein, wenn später von dem Platrails-Systeme die Rede sein wird.

Sobald man sich entschloss an die Stelle der Pferde, die Locomotive als Fortschaffungsmittel

*) Im Monate Mai 1842 besichtigte der Verfasser die Bahn bei Harpers Ferry gerade zu der Zeit, als eine radicale Ausbesserung des Oberbaues auf der Strecke östlich von dem Harpers Viaducte, und zwar in der oben angegebenen Art, in Ausführung begriffen war.

einzuführen (II. Abschnitt), sah man auch die Nothwendigkeit einer Verbesserung in dem Systeme des Bahnoberbaues ein, denn die Benützung der Bahn mittelst Pferde lieferte unterdessen hinlängliche Erfahrungen über die Mangelhaftigkeit des Platrails-Systems überhaupt, und später auch über seine Unzulänglichkeit zu einem regelmässigen und ungestörten Betriebe der Bahn mittelst Locomotive.

Es ist ganz richtig: die bei diesem Oberbau-Systeme häufig eintretenden Nachbesserungen zur Erhaltung eines richtigen Niveau und zur Ersetzung schadhafter Bestandtheile, ferner, die Schwankungen, welche die Locomotive durch die mangelhafte Instandhaltung der Geleiseweite erleiden müssen, wären dem regelmässigen Betriebe im höchsten Grade hinderlich.

Die oberen Streckbalken sind dem Wechsel der Nässe und der Trockenheit zu sehr ausgesetzt, wodurch das Verschieben des Lagers und das Verfaulen dieser Hölzer bald herbeigeführt wird; ferner, muss die Verbindung der Streckbalken mit den Querschwellen durch die vereinte Wirkung der Feuchtigkeit, der Dürre und der Erschütterung locker werden; endlich, wirkt der Druck des Wagenzuges auf die schwachen Bahnschienen so schädlich ein, dass die Nägel lose werden, und mit ihren Köpfen hervortreten, wodurch die Schienen selbst von den Langhölzern sich ablösen und die Oberfläche des Geleises uneben und wellen-

förmig wird. Diesen Gebrechen reihen sich aber noch folgende Nachtheile an, als:

1. Bei dem unebenen, abwechselnd festen und losen Zustande der Oberfläche der Schienen schwankt die Locomotive in ihrem Gange und wird dadurch in ihrer Wirkung, wie sie sich auf die Schienen stemmt, um die erforderliche Anhaftungskraft hervorzubringen, gestört. Man fand auch auf anderen Bahnen diesen Übelstand so entscheidend, dass bei starken Steigungen im Winter, wo die Adhäsionskraft ohnehin geringer ist, der Betrieb, um der Platrails selbst willen, grösstentheils eingestellt werden musste. Wir kommen im nächstfolgenden Abschnitte auf diesen Gegenstand zurück.

2. Das Vorragen der Nägelköpfe bringt die schnellere Abnützung der Radfelgen und häufige Stösse nebst der Gefahr des Herausspringens der Locomotive und der Wagen mit sich.

Auf gewöhnlich 15 Fuss lange Schienen treffen 10 Stück Nägel. Und

3. wird der Betrieb der Bahn, besonders wenn sie nur Ein Geleise hat, durch die häufig eintretenden Nachbesserungen gestört, und die Erhaltungskosten werden bedeutend vermehrt.

Die Mangelhaftigkeit dieses Oberbau-Systems haben die nordamerikanischen Ingenieurs anerkannt, und man ist auch dort der Meinung, dass man dessen Anwendung für Locomotiv-Bahnen vermeiden, und an seine Stelle das System der

Kantenschienen annehmen solle. Indessen lassen sich die amerikanischen Ingenieurs von den oben dargestellten Nachtheilen der Platrails noch nicht abschrecken, und glauben, dass es ein Zusammentreffen besonderer Verhältnisse gebe, wo doch dieses System angewendet werden könne. Diese Verhältnisse wären: Mangel an Eisen- oder Schienenfabriken, Überfluss an Holz, wohlfeiler Taglohn, günstige Bahnniveaux, da diess die Anwendung von leichteren Locomotiven zulässt, und auch beschränkte Geldmittel des Unternehmers, denn die Anlagskosten der ersten Herstellung sind bei diesem Oberbau-Systeme wohlfeiler als bei jedem Andern *). Letzter Umstand kommt auch wirklich oft in Nordamerika vor, und so werden, bei dem besten Willen, Kantenschienen anzunehmen, auch neue Bahnen mit Flachschienen belegt.

Also, wie oben bemerkt wurde, beurkundet sich das Platrails-System durch die Erfahrung, als zu einem wohl geregelten Betriebe mittelst Loco-

*) Man hat in Nordamerika die Erfahrung gemacht, dass bei dem Oberbaue mit Platrails die Holzbestandtheile 7 bis 8 Jahre dauern können, ohne eine radicale Auswechslung nöthig zu haben und dass einzelne Reparaturen erst im 6ten Jahre eintreten. Es gibt daher Gesellschaften, die bei der ersten Anlage dieses wohlfeilere System mit dem Vorhaben anwenden, erst bei günstigeren ökonomischen Verhältnissen und bei eintretender Umwechslung, den Oberbau mit hochkantigen Schienen zu erneuern.

motive nicht geeignet; und da die Baltimore-Ohio-Eisenbahn ohnehin in Verbesserungen begriffen war, so wurde auch beschlossen, die Umwechslung der Flach- in Kantschienen vorzunehmen.

Es war der Gegenstand vielfältiger Erörterungen, welches unter den bestehenden Oberbausystemen mit hochkantigen Schienen, zu wählen sei, und nachdem hierzu verschiedene Vorschläge gemacht wurden, gab man für die Strecke zwischen Baltimore und Harpers-Ferry, dem L Schienensysteme auf hölzerner Unterlage, den Vorzug. Die Aufhebung des alten und die Legung des neuen Oberbaues, wurde bereits im Jahre 1839 auf den ersten 40 Meilen von der Maschinenstation zu Mount Clair angefangen, und zwar vor der Hand nur an Einem der zwei Geleise vorgenommen. Die Constructionsart desselben ist aus Tafel IX. Fig. 1, 2, 3, 4, 5 und 6 ersichtlich. Taf. IX.

In der Richtung der Schienenstränge wurden durchgehends auf eine mächtige, kunstgerecht gebildete Schotterbettung, Langschwellen, bestehend aus 12 bis 30 Fuss langen, 12 Zoll breiten und 4 Zoll dicken Pfosten, von gelber Fichte, gelegt. Auf diesen in Abständen von 5 Fuss von Mitte zu Mitte, ruhen die 7 Fuss langen, $5\frac{1}{2}$ Zoll hohen und 6 Zoll breiten Querschwellen, und auf diesen Letzteren die 20 Fuss langen Schienen, welche sowohl an ihrem Zusammenstoss, als auch in ihrer Mitte, mittelst gusseiserner Stühle befestiget sind, Fig. 1, 2 und 3. Der Querschnitt der

50—52 Pf. pr. Yard wiegenden Rails, so wie die Form der 9 Pf. pr. Stück schweren Chairs, sind am deutlichsten aus den die Details derselben in Naturgrösse darstellenden Fig. 4, 5 und 6 ersichtlich. Die Stühle sind gleich, sattelförmig, und bilden mit zwei verticalen Flügeln, womit sie die Querschwelle der Länge der Bahn nach umfassen, und in derselben mittelst zwei horizontal eingetriebener Nägel befestiget sind, ein ganzes Stück. Der Stuhl selbst hat aber an der einen Seite, innerhalb des Geleises, einen vorspringenden Rand, welcher den Fuss der Schiene an derselben Seite übergreift, Fig. 4 und 5, während er auf der äussern Seite, mittelst einer an dem Chair mit Schrauben befestigten 6 Zoll langen, 1 Zoll hohen und 3 Zoll breiten hölzernen Platte *(locust cap)* festgehalten und unverrückbar gemacht ist.

In der Mitte jedes Oberbau-Feldes sind zwischen den Schienen und den Langschwellen hölzerne Blöcke angebracht Fig. 1 und 2, welche gleiche Höhe und Breite mit den Querschwellen, und die Länge gleich der Breite der Langschwellen haben. Sie wechseln mit jeder Querschwelle ab, und vertreten je zu zwei Stück, ein ganzes Stück Querschwelle.

Hierdurch sind die Stützpunkte der Rails verzweifacht, so dass jede Schiene deren 9 an der Zahl, $2\frac{1}{2}$ Fuss von einander entfernt, hat. Die Befestigung der Schienen wird an jenen Stützpunkten, wo sie nicht auf Chairs aufliegen, mittelst

zwei Hackennägel für jede Auflagsstelle erzweckt, die in der Richtung der Holzfasern schräge gegen einander angebracht sind, eine Anordnung, welche den zweifachen Zweck hat, die Holztextur zu schonen, nämlich das zweimalige Abschneiden ein und derselben Holzfaser zu vermeiden, und beim spätern Losewerden der Nägel, ihre Stellung nach derselben Anordnung wechseln zu können. Die Querschwellen werden auf den Langschwellen mit hölzernen Nägeln festgehalten, liegen in einer Bettung von geschlägelten Steinen, und die Felder zwischen denselben sind bis an das Niveau ihrer Oberfläche mit Schotter ausgefüllt. (Fig. 1.)

Die Fugen der Schienen am Zusammenstosse sind schräge und haben einen auf das Steigen der Temperatur berechneten Spielraum, welcher bei der Befestigungsart der Schienen in den Chairs, die Ausdehnung Ersterer von der Mitte aus nach beiden Richtungen hin gestattet. Zu den Querschwellen und Zwischenblöcken wurde zum Theile Locust und zum Theile Fichtenholz verwendet. Die weiteren Details sind aus der Fig. 1 bis 6 der Tafel VIII. zu ersehen. — Der weitere Bau der Bahn in ihrer Fortsetzung nach dem Ohio nimmt gegenwärtig die ökonomischen Kräfte der Gesellschaft der Art in Anspruch, dass sie vor der Hand die Baukosten zur Fortsetzung der Oberbau-Erneuerungen gegen Harpers-Ferry nicht zu bestreiten im Stande ist. Dass das andere Geleise mit Platrails auf ununterbrochenen steinernen Langblöcken aufge-

ser, angewendet werden. Die Rails selbst haben in ihrem Querschnitte die Form des Buchstaben Z (Fig. *B* in Naturgrösse), sind 21 Fuss lang, 5 Zoll hoch, $\frac{9}{16}$ Zoll stark, wiegen 45 Pf. pr. kur. Yard, stemmen sich mit dem Fusse vertikal gegen die Querschwelle, in welche sie um $\frac{5}{8}$ Zoll eingelassen sind, lehnen sich an die innere Seitenfläche der Streckbalken, übergreifen diese am Kopfe, sind an demselben mit Bolzen und Schrauben horizontal, und an den Querschwellen mit vertikal eingetriebenen Hackennägeln befestiget. Die Bolzen sind von drei zu drei Fuss, und zwar in der Mitte jeder Tragweite der Streckbalken, die Hackennägel ebenfalls von 3 zu 3 Fuss, d. i. zwei für jede Querschwelle angebracht. Am Zusammenstosse der Schienen liegen dieselben mit ihren Enden auf gusseisernen Platten, welche ins Holz eingelassen sind, wie diess aus Fig. *B* ersichtlich ist, und sind mit 2 Bolzen und 2 Hackennägeln an jeder Zusammenstossstelle befestiget. Auf jede Schiene treffen daher 9 Bolzen und 8 Hackennägel, Erstere wiegen $\frac{3}{4}$ Pf., Letztere $\frac{1}{5}$ Pf. und die Platte 3 Pf. pr. Stück. Auf Grundlage der bekannten Theorie von Professor Barlow *) berechnete der Ober-Ingenieur B. H. Latrobe die relative Fe-

*) *A treatise on the strength of timber, cast iron, malleable iron and other materials etc. etc. by Peter Barlow, f. r. s. etc. etc. London. John Weale, architectural library* 59. *High Holborn* 1837. (Vergleich. S. 337 bis S 401.)

stigkeit der Rails seines neuen Systems, und fand sie, bei der angenommenen Tragweite von 30 Zoll, da die Lichtweite zwischen 2 Querschwellen eben so viel beträgt, durch 8 Tonnen repräsentirt. Diese Grösse drückt nämlich jene in der Mitte der Tragweite angebrachte Belastung aus, welche die Schiene unbeschadet der Textur und der Elastizität des Eisens noch zu tragen vermag. Da aber gerade in der Mitte, durch die Öffnung der Bolzen eine Verminderung der relativen Festigkeit Statt findet, so glaubt Latrobe, das wirkliche Tragvermögen der eigentlichen Rails sei wenigstens zu 8 Tonnen anzunehmen. Wenn nun bei sechsräderigen Maschinen amerikanischer Construction das Maximum des auf jedes Treibrad entfallenden Gewichts-Antheils zu $3\frac{1}{2}$ Tonnen angenommen wird, so ergibt sich, dass die Rails allein eine grössere Tragbarkeit als die zweifache Belastung besitzen. Nun werden aber auch bei seinem Systeme die Streckbalken zum Tragen ins Mitleid gezogen, sonach berechnete Latrobe, dass, mit Rücksicht auf obige Bedingungen, die wirkliche relative Festigkeit der Rails durch die Unterstützung der fichtenen Streckbalken um $2.\frac{41}{100}$ Tonnen vermehrt wird, so dass die gesammte relative Festigkeit $10.\frac{41}{100}$ Tonnen beträgt.

Ferner hat er durch die Anwendung der Barlow'schen Theorie dargethan, dass ohne Rücksicht auf die Streckbalken, bei 8 Tonnen Belastung, die Biegung der Schienen 0.035 oder $\frac{1}{29}$ von Einem

Zoll, und im Vereine mit dem Streckbalken erst 0.027 oder $\frac{1}{37}$ von Einem Zoll beträgt.

Nach dem Ansinnen des Ober-Ingenieurs Latrobe behauptet sein Z Rails-System, gegen die T, ⊥ und ∩ Schienen, im Wesentlichen folgende Vortheile:

1. Bei einem und demselben für alle drei Querschnitte der fraglichen Schienen gegebenen Eisen-Gewichte besässe die Z Form eine grössere relative Festigkeit, und bei der Verbindung des Rail mit dem Streckbalken könne man auch auf einen grössern Widerstand gegen den Seitendruck rechnen.

2. Durch die Anwendung der Streckbalken, welche zugleich die Chair's ersetzen, erhalte der Kopf der Schiene, auf welcher die Räder laufen, eine ununterbrochene Unterstützung und soll daher mehr gegen die Abnützung geschützt sein. Hierbei muss bemerkt werden, dass Latrobe eine grosse Vorliebe für die Anwendung der fortlaufenden Streckbalken — *String pieces* — hat, indem er für wesentlich hält, dem Rail, von welcher Form er auch ist, die ununterbrochene und unmittelbare Unterlage durch Streckbalken zu geben. Hierwegen beruft er sich auf die englischen Ingenieure, welche wirklich auf berühmten Bahnen die Anbringung der *String pieces* als unmittelbare Stütze der ⊥ und ∩ Schienen angenommen haben.

3. Auch wäre bei der Verbindung der Rails mit den Streckbalken und bei der mittelst der Bolzen

und Schrauben horizontal an einander bewirkten Festhaltung, die Linirung des innern Randes der Schienen, so wie das Niveau des Schienenkopfes leichter zu erhalten, und bei Krümmungen die Schienen mit der gehörigen Ausbiegung auszurichten, als diess bei den andern Rails-Formen der Fall sei.

4. Der Querschnitt der Z Schienen am Kopfe wäre gleichförmig mit dem conischen Ausschnitte der Radfelgen gestaltet, daher die ganze Oberfläche der Rails einem gleichmässigen Drucke und gleichmässiger Abnützung ausgesetzt, während diess, bei den andern Schienen-Formen, nur durch schwierige Kunstgriffe und selbst durch diese nur unvollkommen zu erzwecken möglich sei.

5. Bei übrigens gleichen Umständen und bei einer und derselben Schwere der Rails-Längeneinheit wären die ersten Anlagskosten geringer als bei den andern Systemen, und während der Benützung der Bahn, würden sich die Erhaltungskosten des Oberbaues durch leichtere Entdeckung der Gebrechen und Ausführung der Ausbesserungen in einem günstigen Verhältnisse herausstellen. Um aber die Vortheile seines Oberbau-Systems über jene, welche auf den neuesten Bahnen bereits bestehen, noch anschaulicher zu machen, und die Gesellschaft zu dessen Annahme zu vermögen, stellte Latrobe einen Vergleich unter denselben an, dessen Ergebnisse aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich sind.

Dass das neue Latrob'sche System bei gleicher Schwere in der Längeneinheit und bei übrigens gleichen Umständen über die bestehenden Systeme, und bei einem und demselben Aufwande an Eisenstoff den Vortheil grösserer relativer Festigkeit, grösserer Stabilität gegen den Seitendruck und eines geringern Kosten-Aufwandes in der ersten Anlage für sich hat, gehet aus obiger Tabelle hervor und kann auch nicht in Abrede gestellt werden. Diese Tabelle wäre aber vollständiger gewesen, hätte Latrobe in derselben eine weitere Rubrik für die jährlichen Erhaltungs-Kosten der verglichenen Systeme aufgenommen.

Allein, unstreitig ist es auch, dass bei seinem Systeme die hölzernen Streckbalken, string-pieces, dem atmosphärischen Einflusse Preis gegeben sind, daher durch abwechselnde Kälte und Wärme, Trockenheit und Nässe, leicht aus der gehörigen Richtung verschoben, die Öffnungen der Bolzen durch die Erschütterung locker, die Balken selbst bald verfaulen und alle diese Übelstände die Erhaltungskosten verhältnissmässig vermehren würden. Zudem sind die Schienen gerade in der Mitte der Tragweite, wo ihre relative Festigkeit am meisten in Anspruch genommen wird, durch die Öffnungen der Bolzen geschwächt, und dasselbe Bedenken findet für die Streckbalken Statt. Endlich trägt diese Befestigungs-Art den Nachtheil an sich, dass dabei für die Ausdehnung und Zusammenziehung des Eisens durch die Wärme und Kälte gar

Zu Seite

...ten Staaten von Nordamerika.

	Biegung der Rails samt Streckbalken unter der Belastung von 8 Tonnen	Tragfläche in Quadrat-Zollen, welche dem vertikalen Drucke ausgesetzt ist, pr. Current-Yard	Fläche in Quadrat-Zollen, welche dem Seitendrucke ausgesetzt ist, pr. Current-Yard	Herstellungs-Kosten des Oberbaues eines einfachen Geleises pr. Meile	Form des Querschnittes der Rails
				Dollars	
New-Je	—	45	4.7	10 700	
Boston	—	34½	6¼	10.637	
Baltimo	—	29.7	3.6	11.556	
Stoning	—	22.5	3.75	11.149	
Long-Is	—	24	3	10.387	
Boston	—	24	3	10.352	
Baltimo	—	28	4	10.354	
Philad'a	—	26.9	4	9.451	
Camden	—	19	3.3	9.114	
New-Ca	—	18	3.5	8.736	
Washin	0.033	117	5	9.519	
Wilm'n	—	26⁴/₁₀	5.25	8.752	
Baltimo	0.044	130⅞	2.13	9.927	
det	0.027	63⅛	9.12	9.482	
det	0.050	63	9.12	8.169	

nicht gesorgt ist, ein Übelstand, welcher durch die doch eintretenden Veränderungen das schnellere Losewerden der Bolzen herbeiführt.

Die Bedenken und die Erfahrung, welche die Amerikaner über die Mangelhaftigkeit des Platrails-Systems, mit welchem das Z System die Anwendung der Streckbalken und zum Theile auch die Art der Befestigung gemeinschaftlich hat, mögen die Beweggründe sein, wesshalb dieses neue Oberbau-System mit Z Rails, ungeachtet dessen sinnreicher Constructions-Art, sich bisher keines besondern Eingangs erfreuen konnte. Dem Ober-Ingenieur Latrobe ist zwar auf seine Erfindung ein Patent zuerkannt und verliehen worden; allein die Baltimore-Ohio-Eisenbahn-Gesellschaft hat für dermalen sein System nicht angenommen, und da Latrobe selbst unter den bestehenden Oberbau-Systemen den Π Schienen — Bridge Rails — auf Streckbalken den Vorzug zu geben sich erklärt hatte, dafür auch die Berichte der amerikanischen und englischeu Ingenieure lauteten, so beschloss die Gesellschaft die weitere Strecke von Harpers-Ferry bis Cumberland mit Bridge Rails zu belegen.

Aus Fig. 1, 2 und 3, Taf. X, ist die Construc- Taf. X. XI.
tions-Art des neuen Oberbaues mit Π Schienen; aus Taf. XI die Form der Schienen selbst, der Chairs und der damit verbundenen Bestandtheile ersichtlich.

Die Lang- und Querschwellen liegen auf und in einer Bettung geschlägelter Steine, wie Fig. 2

und 3 Taf. X zeigen. Zu den untern Schichten werden Steine verwendet, deren Grösse in der Regel, nach dem Augenmasse, dem Volumen eines durch einen 4zölligen, und für die obern Schichten durch einen 2zölligen Ring bemessenen Körpers, entspricht.

Die Steine werden mit vieler Sorgfalt in's Werk gelegt, bilden einen regelmässigen Grundbau, schliessen sich kunstgerecht dicht an die Hölzer, liegen $4\frac{1}{2}$ Zoll tief unter der Basis der Langschwellen und reichen bis an die Oberfläche der Querschwellen, und das Ganze bildet gleichsam einen steinernen Damm mit regelmässigen Böschungen von Aussen, Fig. 3, an welchen keine Erdbanquette angelegt werden. Diese Unterlage von Bruchsteinen lässt das Regen- und Schneewasser leicht durchsickern, erhält die Hölzer fast immer trocken, und verhindert die schädlichen Wirkungen des Frostes; da ferner mittelst dieser Steinlage dem Erweichen der Oberbau-Bettung durch das Eindringen des Wassers begegnet ist, so stehen auch plötzliche und häufige Setzungen der Bahn, die so nachtheilig auf das Niveau des Geleises einwirken, weniger zu befürchten. Die fortlaufenden Unterschwellen liegen mit ihrer Mitte in der Mittellinie der Rails und sind aus 10 Zoll breiten, 3 Zoll dicken und 20 Fuss langen Pfosten von Fichten und andern Holzgattungen; die Querschwellen sind von weissem Eichen-, zum Theile auch von Kastanienholze, 7 Fuss lang, 6 Zoll breit, $4\frac{1}{2}$ Zoll dick, liegen in

Abständen von 5 Fuss von Mitte zu Mitte und tragen die Streckbalken, welche aus 20 Fuss langem, 8 Zoll breiten und $4\frac{1}{2}$ Zoll hohen gelbfichtenen Holze sind, worauf die Schienen unmittelbar ruhen. In der Mitte jedes Rahmenfeldes sind zwischen den Unterschwellen und den Streckbalken 1 Fuss lange, 6 Zoll breite und 3 Zoll dicke Holzklötze angebracht, wodurch die Unterstützungspunkte verdoppelt werden, indem die Tragweite der Streckbalken und der Schienen selbst auf $2\frac{1}{2}$ Fuss von Mitte zu Mitte reducirt ist. (Siehe Fig. 1 und 2.)

Die Hölzer sind an diesen sämmtlicheu Punkten mittelst Holznägel, Fig. 2, welche 1 Fuss lang, $1\frac{1}{4}$ Zoll stark und vertical durch alle drei Holzlagen eingetrieben sind, auf einander festgehalten; an dem Zusammenstosse von zwei Streckbalken sind auf einer Querschwelle der Holznägel zwei, jedoch nur 1 Zoll stark. Nebst dieser aus dem Holzgerippe ein ganzes System bildenden Verbindung ist die Auflage der Streckbalken auf die Querschwellen dadurch noch fester gemacht, dass Erstere $1\frac{1}{2}$ Zoll tief in Letztere eingelassen sind, Fig. 3, so dass eine Seiten-Verschiebung der Balken und Schienen durch den Seitendruck des Wagenzuges weniger zu befürchten stehet. Das verwendete Holz ist rein und gesund, die Verbindungen und Verschneidungen sind auf das Sorgfältigste gemacht *).

*) Am 4. und 5. Mai 1842, als der Verfasser die Besichtigung der Bahn an Ort und Stelle vornahm, war der Oberbau zwi-

Taf. XI. Die Schienen selbst haben in ihrem Querschnitt die Π Form, Tab. XI Fig. 1, die Form einer verkehrten Rinne; oder wenn man will, einer Brücke — Bridge Rails —, sind 20 Fuss lang, $3\frac{1}{8}$ Zoll hoch, am Kopfe $2\frac{1}{8}$ Zoll, am Fusse $4\frac{3}{8}$ Zoll breit, und wiegen 51 Pf. pr. curr. Yard; und ihr innerer Abstand von Rand zu Rand gemessen bildet, ebenso wie auf der ganzen Bahn, die normale Geleiseweite von 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll. Sie sind an ihrem Zusammenstosse und in der Mitte ihrer Länge auf gusseisernen Stühlen — Chairs — befestiget; die Form des Stuhles am Zusammenstosse — joint Chair — ist aus Fig. 1, 2 und 3, des Mittel-Stuhles — middle Chair — aus Fig. 9 und 10 ersichtlich. Die joint Chairs sind der Länge der Bahn nach an die Streckbalken in einem $\frac{5}{8}$ Zoll tiefen Einschnitte eingelassen und haben in derselben Richtung zwei Vertiefungen, in welche sie die zwei Füsse der Schienen aufnehmen, so dass die dadurch in der Mitte bleibende Erhöhung die Lichtweite der Schiene einnimmt.

Die Befestigung der Endstühle auf den Streckbalken und der Schienen auf Ersteren, ist durch zwei Schraubenbolzen, Fig. 1, bewirkt, indem diese vertical durch die Streckbalken gehen, mit ihrem

---

schen Harpers Ferry und Cumberland in der Ausführung begriffen, bei dieser Gelegenheit konnte er daher das Verfahren bei der oben beschriebenen Construction in allen Details wahrnehmen. Dass die fragliche Strecke erst ein Monat später eröffnet worden ist, wurde im I. Abschnitte Seite 5 erwähnt.

Kopfe aber unten und mit der Endschraube oben in der Art angewendet sind, dass sie unten mit ihren Köpfen selbst an eine zwischen denselben und dem Holze angebrachten gusseisernen Platte, Fig. 4 und 5 gleichmässig fest andrücken, während oben die Schraubenmutter gegen eine den Fuss der Schienen übergreifende schmiedeiserne Platte, Fig. 6, hinabgeschraubt, das Ganze festhält.

Die gusseiserne Platte ist überdiess, Fig. 1, 4 und 5, an einer ihrer Ecken an dem Streckbalken mittelst Nägel befestiget. Fig. 7 stellt den Querschnitt derselben, nach der verticalen Ebene der Axe der Schienen genommen, und Fig. 8 den Grundriss des Kopfes des Schraubenbolzens dar.

Die zwei oberen Platten haben einen keilförmigen Querschnitt, Fig. 1, und nach derselben Form ist auch die Oberfläche des Chair Fig. 3, worauf sie aufliegen, ausgeschnitten; dazwischen ist aber eine Zinkplatte angebracht, um die Wirkung des Galvanismus ferne zu halten. Die Schienen sind an ihren Enden rechtwinkelig abgehauen, so dass auch die Stossfugen senkrecht auf die Bahn-Axe sind. Es ist aber bei dem Legen der Schienen die Anordnung beobachtet, dass die Stossfugen der Schienen des Einen mit den Mitten der Schienen des gegenüberliegenden Stranges, wie Fig. 1, Tab. X zeigt, abwechseln, so dass jedem End-Chair einer Schienen-Linie ein Mitten-Chair der Entgegengesetzten entspricht.

Der Mitten-Chair ist durch Fig. 9 und 10,

Tab. XI dargestellt. Er hat mit der Basis der Schienen gleiche Breite, in der Mitte eine ähnliche Erhöhung wie die End-Chairs, am Rande aber zwei gegen die Mitte selbst vorspringende Ansätze, welche in den Fuss der Schienen und zwar in zwei Ausschnitte gleicher Dimensionen eingreifen, und jede Verrückung der Schienen der Länge nach verhindern, während ihre Ausdehnung durch die Wärme von der Mitte aus gleichmässig gegen beide Ende, und so auch ihre Zusammenziehung durch die Kälte in entgegengesetzter Richtung erfolgen kann. Die Befestigung der Schienen selbst und des Chair auf den Streckbalken ist durch vier in den vier Ecken des Chair angebrachte in das Holz vertical eingetriebene Hackennägel bewirkt, und auf eine ähnliche Weise, jedoch nur mittelst zweier Hackennägel, sind die Schienen auf den Streckbalken an allen jenen Stellen festgehalten, wo dieselben auf Querschwellen und Holzblöcken aufliegen, hiervon die den Chairs am nächsten Liegenden ausgenommen, wo eine solche Befestigung überflüssig wäre. (S. Fig. 1 und 2, Taf. X.)

Ursprünglich wurde angetragen, Rails von 45 Pf. pr. Yard anzunehmen; und man findet in obiger Tabelle, Seite 115, auch die relative Festigkeit darnach berechnet, und wenn man noch dazu erwägt, dass die Tragweite nur 24 Zoll beträgt, so wird man sich überzeugen, dass die Bahn für die Benützung der schwersten Locomotive berechnet ist. Die End-Chairs sind $7\frac{3}{4}$ Pf., die untern guss-

eisernen Platten $2\frac{3}{4}$ Pf., die obern schmiedeisernen Platten $\frac{9}{16}$ Pf., die Bolzen $1\frac{1}{2}$ Pf., die Zinkplatten $\frac{1}{10}$ Pf., die Mittel-Chairs 4 Pf. und die Hackennägel $\frac{1}{3}$ Pf. pr. Stück schwer. Das verwendete Holz ist weder physisch noch chemisch bereitet, aber kunstgerecht gezimmert und sorgfältig zusammengesezt.

Diess ist also das allerneueste Oberbau-System der Baltimore-Ohio-Eisenbahn, ein System, welches als das Resultat vielfältiger Erfahrungen, Erörterungen und Berechnungen angesehen werden muss. Es scheint zwar auf den ersten Blick in seiner Befestigungs-Art zu sehr umständlich zu sein; allein die Anwendung von so vielen Bestandtheilen beschränkt sich auf die End-Chairs, und diese kommen nur alle 20 Fuss vor, die Befestigung der Zwischenpunkte ist aber ungleich einfacher, und bei dessen Besichtigung an Ort und Stelle findet man sich von dem praktisch Ausgeführten weit mehr befriediget, als durch die blossen Zeichnungen. Unstreitig bleibt es aber immer, dass die breite Auflage dieser und überhaupt aller breitfüssigen Schienen schon an und für sich eine Beruhigung gegen den Seitendruck des Wagenzuges gewährt. So wie in England ist man aber auch in Nordamerika über die beste Form unter den breitfüssigen Schienen nicht einig. In England ist in der neuesten Zeit die ∩ Rails-Form auch auf berühmten Railways angewendet, in Nordamerika bildet auf den neuesten Bahnen die ⊥ Rails-Form die Mehr-

zahl. Jedes System hat seine Vortheile und Nachtheile, auf deren mehr oder minder Gewicht oft die örtlichen Verhältnisse einen entscheidenden Einfluss nehmen.

Durch die Anwendung von fortlaufenden Streckbalken, als unmittelbare Stütze der Rails, wird allerdings die relative Festigkeit des Geleises vermehrt und ihre Steifheit gleichmässig gemacht. Allein diese zwei Vortheile sind mit dem Nachtheile verbunden, dass die Streckbalken mit ihren Fasern in der Richtung des Geleises gelegt und dem unmittelbaren meteorologischen Einfluss ausgesetzt, Verschiebungen erleiden, die die Regelmässigkeit im Niveau und in der Linie des Geleises beeinträchtigen, und dass die Steifheit derselben doch beim Fahren sich fühlbar macht. Die Anwendung von ununterbrochenen Langschwellen hingegen verdient mehr empfohlen und nachgeahmt zu werden. Diese verleihen den Querschwellen eine gleichmässige Unterlage, welche das Eintreten einzelner und ungleicher Setzungen fern halten, die sonst störend für die Wirkung der Locomotive, nachtheilig für die Bahn und unangenehm für das Fahren ausfallen. Hat man aber in dem Unterbaue selbst eine gleichmässig feste Basis, und ist die Oberbaubettung dem Aufweichen nicht ausgesetzt, so kann man der Langschwellen entbehren. Früher konnten sich die nordamerikanischen Ingenieurs von ihren Sills- und String-pieces nicht trennen, gegenwärtig sind Wenige unter ihnen, die Letztere

anwenden, Einige die Erstere unterlassen. Auf der Philadelphia-Reading-Eisenbahn hat der Ober-Ingenieur Mancur Robinson, L Rails bloss auf Querschwellen ohne Unterschwellen gelegt, hat aber dabei den Steinbau auf eine der oben beschriebenen ähnliche Weise angewendet.

Welches Oberbau-System für die Fortsetzung der Bahn über Cumberland angenommen wird, ist nicht bestimmt. In dem allgemeinen Projekte erscheint, nebst dem Kostenanschlage für das L System auch eine vergleichende Berechnung über das Platt-Rails-System mit hölzernen Unter-Querschwellen und Streckbalken, so dass die Anwendung dieser letztern Oberbau-Construction immer in Aussicht gestellt bleibt.

Die Baukosten aller dieser Oberbau-Systeme pr. kurr. Yard Länge sind folgende:

Plattrails nach den angewendeten ersten drei Methoden im Durchschnitte . . .	5382 Doll.
Plattrails nach dem erneuerten Systeme mit sills, cross sleepers und string-pieces	4454 Doll.
L Rails	10559 «
Π Rails	10970 «
nicht angenommenes Z Rails-System	9482 «

VI. ABSCHNITT.

LOCOMOTIV - MASCHINEN.

SECHS- UND ACHTRÄDERIGE AMERIKANISCHE LOCOMOTIVE.

Geschichtliches über den Locomotiv-Bau in Nordamerika.

In den vereinigten Staaten wurden die Eisenbahnen, schon als eigentliche Communications-Strassen, viel früher als die Locomotive eingeführt, und durch viele Jahre nur mittelst Pferdekraft betrieben. Die ersten Locomotive wurden von England, und zwar für die Mohawk- und Hudson-Eisenbahn im Staate New-York, eingeführt.

Erst im Jahre 1832 lieferten die amerikanischen Werkstätten die drei ersten Locomotiv-Maschinen für die dortigen Eisenbahnen. *Phineas Davis* und *Gartner* aus Baltimore haben die erste Locomotive gebaut und auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn aufgestellt. Die Locomotive führte den Namen *Atlantic*, wog ganz ausgerüstet etwa

6 Tonnen, mit ungefähr 4 Tonnen auf die Treibräder, deren sie zwei mit 3 Fuss Durchmesser, und zwei Laufräder hatte; der Dampfkessel und die Dampfcylinder waren vertical angebracht; ihre Bauart war ganz eigenthümlich, wurde auch verbessert, später aber nicht mehr nachgeahmt.

Bald kam der inländische Locomotiv-Bau in Aufschwung, und schon im Jahre 1837 waren etwa 80 amerikanische Locomotive in Thätigkeit, während schon in demselben Jahre England die letzten Locomotive nach Nordamerika lieferte.

Indessen waren die ersten Locomotive aus der nordamerikanischen Werkstätte, mit Ausnahme jener aus Baltimore, die schon eine eigenthümliche Bauart hatten, meistens nach englischen Mustern construirt.

Die Locomotiv-Anstalt zu Lowell im Staate Massachusetts *) hat nur Locomotive nach eng-

*) Der Verfasser hat sich bei Gelegenheit seiner Anwesenheit in Lowell, und der Besichtigung der dortigen Etablissements, die Statistik jenes merkwürdigen Fabriks-Ortes verschafft. Lowell, im Staate Massachusetts, etwa 20 Meilen nördlich von Boston, an dem Merrimack-Middlesex-Canal unweit von der Ocean-Küste gelegen, war im Jahre 1820 ein ganz unbedeutender Ort, welcher nur 200 Einwohner zählte. Im Jahre 1828 hatte Lowell schon einige Fabriken, die mittelst der aus dem Canal abgeleiteten Wasserkraft betrieben wurden, und damals war schon dessen Bevölkerung auf 3532, im Jahre 1830 auf 6477, 1832 auf 10,254, 1833 auf 12,363, 1836 auf 17,633, 1840 auf 20,981 und im Jahre 1842 auf 25,000 Seelen gestiegen. Lowell ist schon zu einer förmli-

lischem Systeme mit vier Rädern von 5 Fuss Durchmesser, horizontal angebrachten Dampf-Zilindern und meistens von 9 Tonnen Gewicht verfertiget. Diese Locomotive finden aber gegenwärtig keinen Absatz, und die Eigenthümer der Anstalt waren schon im Jahre 1842 auf dem Punkte das Geschäft aufzugeben, wiewohl die Werkstätte mit Wasserkraft betrieben, wohlfeiler als andere Fabriken arbeiten können. Die Constructions-Art der Locomotive passt auch wirklich für die amerikanischen Bahnen nicht, und es ist eine Thatsache, dass man sie auf einigen Bahnen umgebaut und die vordern Räder mit einem beweglichen vierräderigen Gestelle nach amerikanischem Principe ersetzt hat, um eine zweckmässigere Vertheilung des Gewichtes der Maschine auf die Treibräder zu erzielen, und die vordern Räder — truck-wheels — in

---

chen Manufactur-Stadt geworden, und behauptet in ganz Nordamerika in der Baumwollenspinnerei gleichen Rang, wie die Fabriks-Stadt Pittsburg in Pennsylwania in den Eisen-Waaren. Lowell besitzt schon 11 grosse Etablissements, die im Ganzen alltäglich 9717 Arbeiter, 7430 weiblichen und 2287 männlichen Geschlechts, beschäftigen, und ein Capital von 10,500,000 Dollars in Anspruch nehmen. An Fabrikaten werden 28,764,000 Pf. Baumwolle jährlich bearbeitet und daraus 73,853,400 Yards Fäden gesponnen. Die Weiber verdienen 2 Dollars pr. Woche, die Männer $^{8}/_{10}$ Dollar pr. Tag. Der eigentliche Betrieb wird mit Wasserkraft und zwar mittelst Wasserräder von 12 bis 30 Fuss Durchmesser bewirkt, und nebst dem werden jährlich 11,410 Tonnen Anthracit Kohlen, 3580 Cords Holz, und 78,689 Gallons Öhl verbraucht.

ihrer verticalen Stellung bei Krümmungen von den hintern unabhängig zu machen.

In gleichem Schritte mit dem Emporkommen des Locomotivbaues in Amerika nahm auch die Anzahl der Locomotiv-Fabriken zu, und gegenwärtig zählt man in den vereinigten Staaten über 20 Locomotiv-Anstalten. Hierunter sind die bemerkenswürdigsten: die obenerwähnte Fabrik zu Lowell von *Loks et Canal* im Staate Massachusetts; jene von *D. R. Dunham et Comp.* zu New-York; von *Rogers, Ketchun* und *Grosvenor* zu Patterson und von der *Mohawk-Hudson* Eisenbahn-Gesellschaft in Albany, alle drei im Staate New-York; von *R. L. Stevens et Comp.*, zu Bordentown im Staate New-Yersey; von *Young* zu Newcastle im Staate Delaware; von *William Norris et Comp.*, *Eastwick et Harrison*, *M. W. Baldwin et Comp.* alle drei zu Philadelphia im Staate Pennsylvanien; von *Gillingham* und *Winans* zu Baltimore im Staate Maryland; von *Eason et Dotterer* zu Charleston im Staate Süd-Carolina u. a. m.

Wie oben angeführt wurde, hörte im Jahre 1837 die Einführung von englischen Locomotiven in Nordamerika auf. In demselben Jahre waren auf den Eisenbahnen der vereinigten Staaten schon 306 Locomotive im Betriebe, wovon 84 aus England, die übrigen 222 aber inländische Locomotive waren; im Jahre 1838 war die Anzahl der Locomotive inländischer Fabriken auf 266, im Jahre 1840 auf 391 und im Jahre 1842 auf 440 gestiegen, mit-

hin belief sich schon damals die Anzahl der im Betriebe sich befindenden Locomotive auf 524; da aber im Jahre 1842 Bestellungen für die noch im Baue begriffene Springfield-Albany-Eisenbahn, — ein Glied der grossen westlichen Linie im Staate Massachusetts und New-York, — dann für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn und andern Eisenbahnen gemacht wurden, so dürfte sich gegenwärtig die Anzahl der Locomotive in den vereinigten Staaten auf mehr als 550 belaufen, wovon nur 84 ausländisch sind.

Bei dieser Entwickelung des überatlantischen Locomotivbaues kam nun schon im Jahre 1839 die Reihe, Locomotive nach dem Auslande zu liefern, an die amerikanischen Werkstätte. Nicht nur auf den Eisenbahnen unseres Continentes, sondern sogar auf englischen Eisenbahnen laufen seit einigen Jahren Locomotive der vereinigten Staaten. Capitän Moorsom, Oberingenieur und Erbauer der Birmingham und Gloucester railway, hat bei dem Baue und zum Betriebe dieser Eisenbahn viele amerikanische Einrichtungen angenommen. Er hat nämlich starke Bahnsteigungen — darunter Strecken mit 1 zu 84, und 1 zu 37 ½ — die lattice-work-Brücken nach dem Systeme von Mr. Hughes, dann amerikanische Locomotive eingeführt.

Im Jahre 1842*) liefen schon auf dieser Eisenbahn 14 Locomotive, aus den Werkstätten des

*) Der Verfasser besichtigte diese Bahn im Jahre 1842 und brachte auf der Station zu Bromsgrove, der Haupt-Locomo-

William Norriss et Comp. zu Philadelphia. Die schwerste darunter ist jene Namens Philadelphia, sie wiegt 12 Tonnen, ist sechsräderig mit zwei Treibrädern zu 4 Fuss und 4 Laufrädern zu 2 ½ Fuss Durchmesser, 12zölligen Cylindern und 20zölligem Kolbenhub; die übrigen, als: die England (siehe III. Abschnitt, Übersicht zur Seite 67), Columbia, Atlantic und andere, sind leichterer Gattung. Es sind auch englische Locomotive auf dieser Bahn in Thätigkeit, der Dienst der Lickey Incline von 1 zu 37 ½ wird aber meist von amerikanischen Locomotiven versehen.

Capitän Moorsom hat sich über die Leistun-

---

tiv-Station, am Fusse der Lickey geneigten Strecke einen ganzen Tag, den 24. März 1842, zu, an welchem er vielfältige Beobachtungen über die Leistungen der Locomotive auf gedachter Strecke anzustellen Gelegenheit hatte. Er fuhr zwei Mal diese 2¼ Meilen lange Strecke hinauf und wieder hinunter, und legte sie im ersten Falle in 9, im zweiten Falle in 5 Minuten zurück. Der Train bestand aus 4 grossen, 4räderigen Personen-Wagen, und beim Hinauffahren war immer eine Hilfs-Locomotive vorgespannt; beim Hinabfahren waren ausser dem Tender noch zwei Wagen gebremst. Bemerkenswerth ist es, dass die Schwelle des Bahnhofs unmittelbar am Fusse der geneigten Strecke liegt, so dass die Locomotive gleich nach überwundener Trägheit, ohne erst einen Anlauf genommen zu haben, ansteigen müssen, und dennoch eine Geschwindigkeit im Durchschnitte von 16 Meilen pr. Stunde entwickeln. Die Spannkraft des Dampfes ist nicht bei allen Maschinen gleich, sie wechselt zwischen 4¼ und 5 Atmosphären. Die Beamten der Station und der Bahn sind bereitwillig und höchst gefällig dem Verfasser mit sehr nützlichen Auskünften entgegen gekommen.

gen dieser letztern Locomotive vielfältig, sowohl im Angesichte der Institution der Civil-Ingenieurs zu London, als auch durch öffentliche Schriften sehr günstig ausgesprochen.

Wie oben bemerkt, wurden Anfangs in Nordamerika grösseren Theils Locomotive nach dem englischen Muster verfertigt, es wurde aber zugleich eine ganz originelle Form, jene nämlich des Phineas Davis aus Baltimore, mit verticalen Kesselröhren und Cylindern, versucht. Als aber die Locomotive auf amerikanischen Bahnen eingeführt wurden, bestanden Letztere bereits seit Jahren mit ihren starken Steigungen und scharfen Krümmungen gebaut, mit Plattrails belegt, mit Pferden betrieben. Die englische Bauart der Locomotive war daher für die amerikanischen *rail roads* ein fremdes Element und wurde bald, als den Verhältnissen der *rail roads* selbst nicht passend, anerkannt. Den Locomotiven zu Gefallen, wollten und konnten die Amerikaner weder die bestehenden Bahnen umgestalten, noch die neuen nach dem damals von den englischen Ingenieurs angenommenen luxuriösen Systeme, der sogenannt günstigen Steigungen und Krümmungen anlegen, zugleich aber wollten sie doch diess neue Fortschaffungs-Mittel anwenden, und so mussten die überatlantischen Mechaniker wetteifern, um ein eigenes Locomotiv-System auf amerikanischem Boden zu schaffen.

Die Anlegung von Eisenbahnen zur Verbindung der atlantischen Küste mit dem entlegenen

Westen Nordamerikas, war schon lange ein gefühltes Bedürfniss und wurde bereits in drei Richtungen bewerkstelligt; ihre Vermehrung kann aus vielfältigen Rücksichten nicht ausbleiben. Zwischen der atlantischen Küste und dem Mississippi stehet die Kette der Alleghany, zwischen dem Mississippi und der Küste des stillen Oceans erhebt sich das noch wildere Gebirg der Rocks Mountains. Dass durch Thäler und über Gebirge eine Eisenbahn nicht nach einem und demselben, nach einem beliebigen Modelle, nach dem verschwenderischen Systeme der sogenannt günstigen Neigungen und Krümmungen gegossen werden kann, war den Amerikanern einleuchtend, und so dachten sie nicht den Bau nach einer gegebenen Form von Locomotiven, sondern diese nach jenem richten zu müssen.

Hierdurch geschah es, dass gleichzeitig mit der Verdrängung der fremden Waaren auch die Verwerfung der fremden Bauart, und an die Stelle Beider echt inländische Erzeugungen traten. Dieser Gestalt entstand in den vereinigten Staaten ein, man kann sagen, neues Locomotiv-System, welches zwar mit dem europäischen die Gattung der Triebkraft und die Art deren Benützung gemein hat, in der Art und Weise der Anwendung aber vom Letzteren wesentlich abweicht.

Der Umfang und selbst die Richtung dieser Schrift gestatten nicht, in einen Vergleich der amerikanischen mit der europäischen Bauart der Locomotive einzugehen, noch aller jener verschie-

denen Abweichungen zu erwähnen, welche in den Einzelnheiten des überatlantischen Locomotiv-Baues vorkommen. Es möge hier daher eine Übersicht jener Bauart der Locomotive genügen, welche sowohl dort als auch hierlands für die echt amerikanische gilt, und allgemein für die zweckmässigste gehalten wird.

Bevor jedoch zur Beschreibung dieser Locomotive überzugehen, dürfte hier am Platze sein, Einiges über die vorher erwähnten Locomotive mit verticalem Kessel zu bemerken.

Das pennsylvanische Gebiet ist reich an Anthracit-Kohlen, deren eine bedeutende Ausbeutung besonders aus den unerschöpflichen Lagern des Districts von Pottsville (siehe II. Abschnitt Seite 35) betrieben wird*). Da nun Pennsylvania so ziemlich im Mittelpunkte des Eisenbahnnetzes liegt, so wurde Anfangs beabsichtiget zum Betriebe der Eisenbahnen die Anthracit-Kohlen zu benützen. Allein diese durch ihr sehr dichtes Gefüge schwer entzündbare Kohlen-Gattung erfordert nicht nur einen ver-

*) Pennsylvanien ist unter den vereinigten Staaten an Kohlen- und Eisenerzeugung der reichste. Den letzten statistischen Ausweisen zufolge, befinden sich daselbst 210 Hochöfen in Thätigkeit; es werden jährlich 98,350 Tonnen Roheisen erzeugt, 70,000 Tonnen Eisenstangen bearbeitet, dabei 15,000 Menschen beschäftigt, und 1,000,000 cords Brennholz verbraucht. An Steinkohlen werden jährlich 845,000 Tonnen angegeben. In den vereinigten Staaten werden im Ganzen 200,000 Tonnen inländischen Eisens bearbeitet.

hältnissmässig grösseren Feuerraum, sondern auch einen stärkeren Zug, um die einmal entwickelte Verbrennung fortwährend lebhaft zu erhalten. Man fand nun, dass der vertical aufgestellte Kessel eine viel grössere Anzahl von Heizröhren zulässt, und dadurch, so wie auch durch eine besondere Vorrichtung zur Vermehrung des Luftzuges, obigen Anforderungen am besten entsprochen werden konnte, und so wurden schon vor einigen Jahren Locomotive mit verticalen Kesseln, verticalen Heizröhren und auch verticalen Dampf-Cylindern gebaut, die sofort durch Gillingham und Winans aus Baltimore, dasselbe Princip beibehaltend, bedeutende Verbesserungen erhielten.

Locomotive dieser Gattung befinden sich auf einigen Bahnen. Auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn findet man deren einige, die gänzlich ausser Thätigkeit gesetzt sind, andere, die noch zu dem Waaren-Transporte benützt werden. Am 5. Mai 1842 gingen deren zwei auf der Bahn in beiden Richtungen. Die eine hat vier gekuppelte Treibräder von 3 ½ Fuss, horizontale Cylinder von 14 Zoll Durchmesser und 24 Zoll Kolbenhub.

An derselben ist eine mit Windflügeln versehene Welle angebracht, welche, durch den entweichenden Dampf bewegt, dazu dient einen stärkeren Luftzug zur Belebung des Feuers hervorzubringen. Diese Locomotive ist gegen die frühern dieser Gattung einfach, und sie ist doch viel complicirter als die Locomotive mit horizontalen Kes-

sel gewöhnlicher Construction; sie wiegt, ganz ausgerüstet, etwa 10½ Tonnen, während das Gewicht der frühern 6 bis höchstens 7 Tonnen betrug.

Eine Locomotive ähnlicher Construction, jedoch in einem viel grösseren Massstabe gebaut, befand sich am 12. Mai 1842 *) in dem Maschinen-Schoppen der Camden-Amboy-Eisenbahn zu Bordentown. Sie hatte 10 Räder, wovon 2 ganz kleine mit 1½ Fuss Durchmesser waren, die 8 übrigen, 4 an jeder Seite in einer Reihe, alle mit einander gekuppelt, haben 3½ Fuss zum Durchmesser. Die Cylinder haben 18 Zoll Durchmesser und 26 Zoll Kolbenhub, und die Locomotive wiegt ganz ausgerüstet, jedoch ohne Tender, 28 Tonnen! Sie führt den Namen Monster, ist aber auch wirklich ein wahres Ungeheuer; sie ist zur Beheizung mit Anthracit-Kohlen eingerichtet, befindet sich aber ausser aller Thätigkeit, weil ihre Behandlung sehr schwierig ist, und ihre ungeheure Schwere die Bahn bald zu Grunde richten würde. Auch auf der grossen westlichen Eisenbahn zu Springfield befinden sich sehr grosse Locomotive; sie haben 25 Tonnen Gewicht und 8 gekuppelte Räder zu 4 Fuss Durchmesser.

*) Der Verfasser, in Begleitung des amerikanischen Ober-Ingenieurs Hrn. Moncur Robinson, besichtigte am 12. Mai 1842 die oben erwähnte Bahn, und konnte dabei durch die Gefälligkeit des Hrn. Moncur Robinson, so wie mit andern, auch mit obigen Verhältnissen bekannt werden. In demselben Bahnhofe liegen auch einige misslungene Funkenfang-Apparate unbenützt.

Die Locomotive mit verticalem Kessel haben eine ganz eigenthümliche, von den übrigen Locomotiven der Welt abweichende Construction, sind sehr sinnreich, nicht aber in demselben Masse beliebt. Die Anwendung der Vorrichtung zur Belebung des Luftzuges und des mit den Treibrädern verbundenen Getriebes von Kammrädern, dann die Art der Transmission der Bewegung von den Cylindern auf dieses Getriebe, erfordern einen sehr complicirten Mechanismus, welcher die Behandlung der Maschine erschwert und deren eigene Reibung vermehrt. Zudem kommt durch die verticale Stellung des Kessels auf einem Orte des Gestelles eine zu grosse concentrirte Last, die auch eine angemessene Festigkeit erfordert, und der Schwerpunkt der Maschine fällt auch viel zu hoch über die Bahn, wodurch jede auch nur geringe Unebenheit derselben, ein um so fühlbareres und störenderes Schwanken der Locomotive verursacht. Auch sind diese Locomotive nicht zur Passagier-Beförderung mit der üblichen Geschwindigkeit geeignet, und einigermassen nur für den Güter-Transport mit mässiger Geschwindigkeit zu benützen. Bei diesen Verhältnissen ist diese Locomotiv-Gattung an Zweckmässigkeit weit hinter den andern amerikanischen Locomotiven zurück, und kann auch entbehrt werden, da man die Erfahrung gemacht hat, dass die Combustion der Anthracit-Kohlen zu sehr den Locomotiv-Kessel angreift, und

die Benützung dieses Materials als Brennstoff für die Locomotive allgemein aufgegeben wurde.

Es dürfte zum Geschichtlichen der überatlantischen Locomotive gehören, hier eine Übersicht jener Unglücksfälle beizufügen, die in den vereinigten Staaten überhaupt durch Dampfmaschinen herbeigeführt wurden.

Auszug

aus dem

American Almanac

für das Jahr 1842.

Dampfkraft in den vereinigten Staaten. *(Steam power of the united States.)*

Dampf-Maschinen aller Gattungen .	3184
Dampfschiffe in den 26 Staaten der Union	800
Locomotive	524
Dampf-Maschinen für Werkstätten .	1860
Wie oben .	3184
Unglücksfälle herbeigeführt durch die Dampf-Maschinen überhaupt . .	288
Unglücksfälle herbeigeführt bloss durch stehende Dampf-Maschinen . . .	286
Unglücksfälle herbeigeführt durch Locomotive nur	2
Wie oben .	288

Dampfschiffe gebaut seit dem Jahre 1807	1380
Zu Grunde gegangen	274
Durch Abnützung ausser Thätigkeit gesetzt	250
Menschen verunglückt durch Dampf-Unfälle	3300

Es wurden also in der Zeitperiode von 12 Jahren durch Locomotive nur 2 Unglücksfälle verursacht. Diese fanden im Staate New-York und North-Carolina durch Herausspringen der Locomotive aus dem Geleise Statt, welches, da man beim Stillstehen der Maschine nicht die Vorsicht hatte das Feuer zu löschen, das Springen des Kessels herbeiführte.

SECHSRÄDERIGE AMERIKANISCHE MASCHINEN.

Das Eigenthümliche der Locomotive, die wir hierlands nordamerikanischer Bauart nennen, dort die vorherrschende Bauart darbieten und den übrigen den Vorrang abgewonnen haben: jenes Eigenthümliche, wodurch sie sich eigentlich von den europäischen unterscheiden, besteht zunächst in der Constructionsart des Rahmens, in der Anzahl und Grösse der Räder, in der Stellung der Cylinder und in der Art der Übertragung der Bewegung auf die Treibachse. Die Form der Locomotive, von welcher hier die Rede sein soll, ist aus Tafel XII. und XIII. ersichtlich. Der Kessel, die Cylinder und die damit verbundenen Bestandtheile, ruhen auf einem schmiedeisernen Haupt-Rahmen, welcher sich auf die ganze Länge der Maschine erstreckt und von hinten

Taf. XII. und XIII.

noch die Plattform, wo der Maschinen-Führer steht, trägt. Der Haupt-Rahmen ruht hinten auf 2 Treibrädern, vorne aber auf einem vierräderigen Untergestelle *(truck frame)*, so dass das Gewicht der Maschine immer auf 6 Punkten der Bahn vertheilt ist. Die Verbindung des Hauptrahmens mit dem Untergestelle bildet ein in der Mitte Letzteres angebrachter Zapfen *K* (Fig. 1 Tafel XII.), damit bei vorkommenden Bahnwendungen das Untergestelle mit seinen 4 Rädern sich um den Zapfen bewegen, und stets in die Richtung der Krümmungs-Halbmesser stellen kann. Dieser Art bilden bei Krümmungen die zwei vordern mit der hintern Achse immer einen Winkel, der eine Function der Grösse des Krümmungs-Halbmessers, dann der Entfernung der Treibachse von dem Zapfen ist: bei geraden Linien aber bleiben alle drei Achsen unter sich parallel.

Die vordern Räder, *bearing-wheels*, oder auch *truck-wheels*, haben $2\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser und ihre Achsen sind niemals über 3 Fuss vom Mittelpunkte *H* zum Mittelpunkte *I*, Fig 1 Tafel XII., entfernt. Bei diesem kurzen Abstande ist daher der unter diesen zwei Achsen unverrückbar bleibende Parallelismus in keiner der bisher angewendeten Krümmungen fühlbar, so dass jede solche Locomotive als vierräderig und mit zwei Achsen, die in Krümmungen stets die Richtung des Halbmessers einnehmen, angesehen werden kann.

Hierdurch wurde einem lange gefühlten Bedürfnisse entsprochen, indem bei dieser Anordnung

nicht nur der Widerstand der Krümmung vermindert, die Gefahr des Herausspringens der Locomotive beseitigt, sondern auch die Möglichkeit erzweckt ist, die kleinen Krümmungs-Halbmesser anzuwenden, deren im I. Abschnitte erwähnt wurde.

Der Durchmesser der Treibräder misst 4 Fuss. Die Treibräder überschreiten diese Grösse niemals, wohl aber sind sie oft an einigen Locomotiven, vorzüglich an jenen, welche ausschliessig für den Transport von Gütern bestimmt sind, wo die Geschwindigkeit in der Regel 10 Meilen pr. Stunde nicht überschreitet, auch kleiner, zuweilen von nur 3 Fuss Durchmesser. Hierin liegt ein bedeutender Unterschied zwischen den amerikanischen und europäischen Locomotiven, denn bei Letztern sind in der Regel die Treibräder auf wenigen Bahnen unter 5 Fuss, auf den meisten Bahnen aber von 5 bis 6 Fuss Durchmesser, ja sogar noch darüber.

Man hat zuweilen gegen die kleinen Treibräder der amerikanischen Locomotive die Einwendung gemacht, sie wären für grosse Geschwindigkeiten nicht geeignet, während die europäischen Locomotive mit viel grösseren Treibrädern versehen, besser dieser Anforderung entsprächen.

Dieser Einwendung kann man entgegnen, dass bei dem Betriebe der Eisenbahnen die Grenze der Geschwindigkeit eine *a priori* festgestellte, eine gegebene Bedingung ist, wornach der Mechaniker die Bau-Verhältnisse seiner Locomotive richten muss. Wahr ist es, dass, bei übrigens gleichen Umstän-

den, die Geschwindigkeit der Maschine im geraden Verhältnisse zu dem Durchmesser der Treibräder steht; allein derselbe mathematische Ausdruck, von welchem diese Abhängigkeit abgeleitet ist, zeigt, dass dasselbe Verhältniss auch zwischen der Geschwindigkeit und dem Verdampfungs-Vermögen der Locomotive Statt findet, so dass man immer statt der Treibräder, den Umfang der Heizfläche, somit auch die Verdampfungs-Fähigkeit der Locomotive vergrössern kann, um die gegebene Geschwindigkeit hervorzubringen.

Für dieses Verfahren spricht aber der Umstand, dass, gerade wenn die Locomotive das Maximum des Nutzeffectes entwickeln muss, die Grösse des Durchmessers der Treibräder einen negativen Einfluss auf ihr Ziehvermögen oder, wenn man will, auf die Grösse der Ladung nimmt, so dass bei übrigens gleichen Umständen, je kleiner die Treibräder sind, desto grösser die Kraft der Maschine ist. Daher sind die Treibräder bei grossen Steigungen, wo die Locomotive das Maximum ihrer Kraft entwickeln muss, sehr willkommen, während grössere Treibräder für grosse Geschwindigkeiten gar nicht unerlässlich nothwendig sind, wenn anders der Mechaniker die übrigen Verhältnisse der Maschine darnach zu richten versteht*).

*) In Nordamerika stellen die Ingenieure bei Bestellungen von Locomotiven dem Mechaniker das gesammte Gewicht der Locomotive, die Grösse des auf die Treibräder entfallenden

Die kleinern Treibräder gewähren den weitern, wenn auch ungleich mindern Vortheil, dass der Schwerpunkt der Maschine näher an die Bahn fällt, als diess bei Locomotiven mit höheren Treibrädern der Fall ist, und dass bei vorkommenden Unebenheiten der Bahn und bei übrigens gleichen Umständen, je näher der Schwerpunkt der Locomotive an der Bahn ist, desto weniger fühlbar die Schwankungen sind, somit auch desto weniger die Locomotive in ihren Wirkungen gestört werden, und um so weniger schädlich auf die Bahn einwirken, ist einleuchtend. Man hat früher in Europa diess Alles vielleicht desshalb nicht beachtet, weil man auf minder günstige Bahnverhältnisse nicht sehr gedacht hatte. Gleichwohl scheinen bereits auch in Europa diese Ansichten doch sich geltend zu machen, denn einige berühmte Mechaniker verfertigten schon Locomotive mit kleinen Treibrädern*).

Antheils desselben, und die durchschnittliche Geschwindigkeit bei der Personen- und bei der Güter-Beförderung, als Bedingungen; theilen dabei demselben die Neigungs- und Krümmungs-Verhältnisse der Bahn mit, und es bleibt Sache des Mechanikers die Verhältnisse und die Kraft der Locomotive darnach zu richten.

*) Die europäischen Locomotive haben in der Regel Treibräder mit 5, 5½ bis 6 Fuss Durchmesser. Auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn haben die Treibräder der Locomotive fast durchgehends 5 Fuss, nur die Locomotive Victoria und noch zwei andere haben 4½ Fuss; auf der London-Birmingham-Bahn, meist 5½ Fuss, auf der Greatwestern-Eisenbahn, wo die Geleiseweite 7 Fuss, ist keine unter 6 Fuss, die Mei-

So viel ist aber gewiss, dass in Nordamerika, so wie auch jetzt in Europa amerikanische Locomotive im alltäglichen Dienste mit derselben Geschwindigkeit laufen, welche auf unsern Bahnen gewöhnlich als Normal-Geschwindigkeit bestimmt ist.

Die Dampf-Cylinder *CD* Fig. 1, Tafel XII., Fig. 2 und 3 Tafel XIII., sind aussen angebracht und schräge mit der Neigung gegen die Treibräder gelegt; der Kolben *BC* folgt derselben und zwar der Richtung des Mittelpunktes der Treibräder *G*, Fig. 1. Bei dieser Anordnung sind die gewöhnlichen Krummzapfen mittelst einer viel einfachern Aussenverbindung und zwar durch eine Kurbel *A*, womit die Treibachse mit der Zugstange *AB* verbunden ist, ersetzt.

---

sten 7—8 und sogar die Locomotive Hurricane 10 Fuss Durchmesser. Am 1. April 1842, als der Verfasser diese Bahn besichtigt hat, war diese fast neue Locomotive in dem Locomotiv-Schoppen ausser Thätigkeit gesetzt, weil ihre Behandlung schwierig sei und weil sie zerstörend auf die Bahn einwirken soll; sie wiegt nicht ganz 12 Tonnen, hat nur 2 Treibräder, eine gesammte Heizfläche, die aber fast das Doppelte als bei den andern Locomotiven beträgt, sie war eben für grosse Geschwindigkeiten berechnet. Hingegen befinden sich auf der Newcastle- und Carlisle-Eisenbahn Locomotive mit 4füssigen Treibrädern, das ist das Minimum bei den englischen, und entspricht erst dem Maximum bei den nordamerikanischen Locomotiven. Die Locomotive, welche in England in der Fabrik des Hrn. Bury in Liverpool für die Birmingham-Gloucester-Eisenbahn geliefert werden, sind zum Theile nach dem amerikanischen Muster verfertiget.

Die Stellung der Aussenverbindung an beiden Treibrädern, so wie jene beider Zugstangen sind aus der hintern Ansicht Fig. 3, Taf. XIII. zu ersehen. Bei der beschriebenen Stellung der Cylinder sind die Cylinder selbst, der Schieberkasten und der ganze damit verbundene Mechanismus einfach und sichtbar, so dass die etwa an diesem oder jenem Gliede eintretenden Gebrechen gleich entdeckt, und die Ausbesserungen daran viel leichter bewirkt werden können, als diess bei anders construirten Locomotiven der Fall ist. Die Pumpen *nn*, Fig. 1, Taf. XII., stehen mit den Kolben in Verbindung, und werden mittelst der Führung derselben in Gang gesetzt.

Man hat zwar gegen die freie Stellung der Cylinder das Bedenken aufgeworfen, dieselben wären, bei ihrer unmittelbaren Berührung mit der Atmosphäre im Winter zu sehr der Kälte ausgesetzt, und der Dampf darinnen wäre dadurch leicht dem Condensiren unterworfen; allein die Erfahrung widerlegt dieses Bedenken gänzlich, denn es ist kein Fall vorgekommen, wo die Cylinder in Folge eines solchen Übelstandes ihren Dienst versagt hätten, auch in den nördlichsten Staaten nicht, wo es an Kälte, Schnee und Frost nicht fehlt, wo der Betrieb der Bahnen wohl durch Schneewehen erschwert, das Erschwerniss jedoch durch die Wirkung der Locomotive selbst überwunden wird*).

*) Massachusetts erleidet Mangel an Korn, dessen der Staat New-York in seinem westlichen getreidereichen Landtheile

Bei strenger Kälte wird nur Vorsicht gegen das Zufrieren der Pumpen angewendet, welche darin besteht, dass die Saugröhre und das Saugwerk derselben, die mehr der Kälte ausgesetzt sind, in Stroh eingehüllt werden.

Die Art der Dampfsteuerung, so wie die Einrichtung zum Zuströmen des Dampfes in die Cylinder und zu dessen Entweichen aus diesen in den Schornstein, weichen in diesen Locomotiven nicht wesentlich von den Gewöhnlichen ab.

Taf. XIII. Diese Einrichtung selbst ist in Fig. 2 (Taf. XIII.) mittelst punktirter Linie ersichtlich gemacht. Sechs-

---

im Überflusse erzeugt. Die Stadt New-York von dem schiffbaren Fluss Hudson begünstiget, benützte vormals diesen Umstand, machte daraus, mit Bedrückung des Staates Massachusetts, ein Monopolium, und war des Korn- und Mehlhandels einziger Herr. Um diesem Übelstande zu steuern, bildeten sich in Massachusetts Gesellschaften, die, von der Staats-Legislatur begünstigt, eine Eisenbahn-Verbindung zwischen dem Hudson bei Albany und Boston schufen und mit andern Verbindungen des westlichen Gebietes von New-York in Zusammenhang brachten. Hierdurch zog Boston den westlichen Getreide-Handel an sich, und entzog zugleich der Stadt New-York die Möglichkeit, mit ihm zu concurriren, weil der Verkehr meist im Herbste und Winter auf der Eisenbahn ununterbrochen Statt findet, während die Schiffahrt des im Winter dem Frieren unterworfenen Hudson-Flusses monatlang eingestellt bleiben muss. Diess beweiset die Thätigkeit einer grossen Eisenbahnlinie im Winter, der ununterbrochen weitesten Eisenbahn-Verbindung der vereinigten Staaten Nordamerikas zwischen der atlantischen Küste und den weltberühmten Niagara-Fällen an dem Lac Erie und Ontario. Der Verfasser hat sich diese Notizen aus einer verlässlichen Quelle am 20. und 22. Mai 1842 an Ort und Stelle geholt.

räderige Locomotive dieser Gattung werden in Philadelphia in den Anstalten des William Norris et Comp., der Eastwick und Harrison und der Baldwin et Vail — diese drei sind die berühmtesten und grössten Fabriken der Union — dann in Fabriken anderer Staaten, mit nicht sehr wesentlichen Abweichungen von einander verfertiget. Eine Abweichung, die nicht unbeachtet werden darf, besteht in der Stellung der Treibräder, indem bei den Norris'schen und bei den Locomotiven noch anderer Fabriken die Treibachse vor dem Feuerkasten angebracht ist, während bei den Baldwin'schen und Andern die Treibachse hinter dem Feuerkasten sich befindet. Diese verschiedene Stellung der Treibachse bringt einen Unterschied in der Adhäsions-Kraft der Locomotive mit sich, weil im erstern Falle der Schwerpunkt der Locomotive näher an die Treibachse, im zweiten Falle hingegen weiter von derselben gerückt ist, daher, bei übrigens gleichen Umständen, bei den Norris'schen Locomotiven die Belastung der Treibräder somit die Adhäsions-Kraft grösser, bei den Baldwin'schen aber kleiner ist; hingegen sind diese für schwächere, jene aber für stärkere Schienen berechnet.

Norris hat seine sechsräderigen Locomotive in vier Classen eingetheilt, je nach der Grösse der Heizfläche, und nach der Schwere der Locomotive. Die Bau- und Kraft-Verhältnisse dieser vier Classen sind aus folgender Übersicht zu ersehen.

Classen.		A. extra.	A.	B.	C.
Diameter der Cylinder.	Zoll.	12.5	11.5	10.5	9.0
Länge des Kolbenhubes.	Zoll.	20.	20.	18.	18.
Ganze Länge des Kessels.	Fuss.	14.5	13.	13.	12.
Länge der Röhren.	Fuss.	9.	8.	8.	7.
Anzahl der Röhren.	Stücke.	97.	97.	78.	58.
Diameter der Röhren.	Zoll.	2.	2.	2.	2.
Heizfläche des Feuerkastens.	Quadrat-Zoll.	6825.	6129.	5039	4218.
Heizfläche in den Röhren.	Quadrat-Zoll.	65.824	53.932	47.047	30.566
Der freie Raum des Rostes.	Quadrat-Zoll.	1365.3	1137.0	1050.8	917.0
Der freie Raum des Feuerkastens.	Kubik-Fuss	30.2	25.6	21.2	18.3
Diameter der Feueresse.	Zoll.	13	13	10	10
Höhe der Feueresse.	Fuss.	7.	7.	6	6.
Raum für das Wasser in dem Kessel.	Kubik-Fuss.	61.	50.1	40.1	31.4
Raum für den Dampf in dem Kessel.	Kubik-Fuss.	33	26	24.2	17.
Diameter der Treibräder.	Zoll.	48	48	48	48
Diameter der Laufräder.	Zoll.	30	30	30	30
Gewicht der Locomotive in laufender Ordnung.	Pfund.	29,630	24,100	20,615	15,705
Druck auf die Treibräder in laufender Ordnung.	Pfund.	20,100	16,550	12,781	8,022

ACHTRÄDERIGE AMERIKANISCHE LOCOMOTIVE.

So wie in Europa, eben so fing man in Nordamerika damit an, die Eisenbahnen mit leichteren Locomotiven zu befahren; mit dem Bedürfnisse aber steiler geneigte Bahnstrecken anzuwenden und grössere Massen in einem Zuge zu transportiren, steigerte sich immer mehr und mehr die Nothwendigkeit auch schwerere Locomotive zu gebrauchen. Die Treibräder mussten daher eine schwerere Belastung tragen um die beabsichtigte grössere Adhäsionskraft hervorzubringen; so lange aber die Locomotive nur Eine Treibachse hatten, konnte der Druck dieser Belastung auf die Bahn nur auf zwei Punkte vertheilt sein.

Bald aber ist man zur Überzeugung gelangt, dass in den meisten Fällen dieser nur auf zwei Punkten concentrirte Druck nachtheilig auf die Bahn wirke, und während man in derlei Fällen dem gerügten Übelstande durch Anwendung bald dieses, bald jenes Kunstgriffes abzuhelfen suchte *), gelang

*) Auf einigen Bahnstrecken der grossen westlichen Linie zwischen Boston und den Niagara-Fällen findet man Locomotive aus der Fabrik des Rogers, Ketchum und Grosvenor zu Paterson, die ursprünglich 6 und gegenwärtig 8 Räder haben. Ihre Constructionsart war nemlich jener der Tafel XII. und XIII. ähnlich, bei deren Benützung fand man aber, dass die Bahn von nur zwei Treibrädern zu sehr angegriffen ward, und um diesem Übel zu steuern, wurden nachträglich zwei kleine Räder unter die Plattform, wo der Maschinen-Führer steht,

es den amerikanischen Mechanikern solche Locomotive zu ersinnen, wodurch für die Schonung der Bahn gesorgt, zugleich aber der Anforderung einer grösseren Adhäsions-Kraft der Locomotive entsprochen ist. Es sind die achträderigen Locomotive, wovon hier die Rede ist (S. Taf. XIV., XVI. und XVII.).

Taf. XIV., XVI. und XVII.

Die Mechaniker Eastwick und Harrison sind die Ersten, die aus ihrer Fabrik achträderige Locomotive nach einem neuen Muster lieferten; in der Fabrik des William Norris et Comp. wurden später ebenfalls achträderige Locomotive nach eigenem Muster gebaut. Von diesen ist die Constructionsart aus Taf. XIV. und XV., von jenen aus den Taf. XVI. und XVII. zu ersehen. Bei beiden ist die Anwendung des vordern Untergestelles mit 4 kleinen Laufrädern, so wie bei den oben beschriebenen sechsräderigen Maschinen, beibehalten. Die andern 4 Räder sind hinten angebracht, gleichen Durchmessers, mit einander gekuppelt, und wirken daher alle vier zugleich als Treibräder. Da nun bei den bisher nach dieser Einrichtung construirten achträderigen Locomotiven keine Treibräder unter 3 Fuss 4 Zoll Durchmesser angewendet wurden, so

---

angebracht, und dadurch die Treibräder eines Theils der Belastung erleichtert. Es ist aber einleuchtend, dass durch diese Abhülfe wohl der Bahn gedient, der Locomotive selbst aber ein Theil der ihr ursprünglich angewiesenen Adhäsions-Kraft entzogen würde.

mussten die Treibachsen, von welcher Fabrik die Locomotive auch sein mochte, immer über $3\frac{1}{2}$ Fuss von einander entfernt sein, so dass die auf die Treibräder entfallende Belastung — jene Belastung nemlich, welche die Adhäsions-Kraft hervorbringen muss — auf vier Punkte der Bahn vertheilt ist, die der Länge nach, wenigstens $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuss von einander entfernt sind. Haben die Treibräder nur 3 Fuss Durchmesser, was wohl das Minimum sein dürfte, sie mögen noch so nahe beisammen sein, so müssen immer die Berührungspunkte der Treibräder mit der Bahn über 3 Fuss von einander entfernt ausfallen. In allen Fällen daher ist die Belastung der Treibräder auf vier Punkte der Bahn vertheilt, wovon je zwei auf jeden Schienenstrang entfallen, die immer über 3 Fuss von einander entfernt sind. In der Voraussetzung also, dass immer alle 4 Räder zugleich auf die Bahn wirken, hat jedes Treibrad, somit auch jede der Länge nach über 3 Fuss von einander entfernte Berührungsstelle der Bahn, ein Viertheil der auf den Treibachsen ruhenden Belastung zu tragen. Nun aber liegen die Stützpunkte der Rails, von welcher Constructionsart der Oberbau auch sein mag, der Länge nach am entferntesten 3 Fuss von einander, so erhellt, dass auf eine Tragweite der Rails erst nur Ein Treibrad, d. i., nur Ein Angriffs-Punkt, somit auch erst nur der Druck eines Viertheils der ganzen Adhäsions-Belastung treffen kann, weil sich zwei Treibräder

nicht zugleich auf einer und derselben Tragweite der Rails befinden können.

Diese Anordnung lässt daher in der Bestimmung des Tragvermögens (der relativen Festigkeit) der Bahnschienen, so wie der Schwere der Locomotive, namentlich der die Treibräder treffenden Belastung einen viel grösseren Spielraum zu, als diess bei den gewöhnlichen sechsräderigen Locomotiven der Fall ist: man kann nämlich bei dem Betriebe der Bahn mit achträderigen Locomotiven, und bei übrigens gleichen Umständen, entweder die Bahnschienen um die Hälfte leichter machen, oder Locomotive mit doppelter Kraft anwenden; oder man kann auch in einem angemessenen Verhältnisse diese beiden Vortheile zugleich vereinigen, und bei leichteren Schienen schwerere Locomotive gebrauchen.

Hiermit war erst nur ein Schritt gemacht, um aber diese Vortheile in der praktischen Anwendung vollkommen zu erlangen, blieb noch der nicht minder wichtigen Anforderung zu entsprechen übrig, dass wirklich die Locomotve in ihrem Gange stets mit allen vier Treibrädern, bei noch so uneben vorkommender Bahn, die Rails gleichmässig belasten; eine Bedingung, welche jene Locomotive, wo Treibräder und Haupt-Rahmen in einem steifen Systeme mit einander verbunden sind, nur sehr unvollkommen erfüllen können, weil so oft die Locomotive auf durch eingetretene Setzungen uneben gewordene Stellen der Bahn kommt, die Berührung die-

ses oder jenes Rades mit der Bahn, oder auch zweier Räder zugleich aufgehoben wird, die übrigen Räder jetzt das ganze Gewicht tragen, somit die für vier Punkte der Bahn berechnete Belastung auf nur drei oder zwei Punkte um so angreifender wirkt.

Die Stellung der Treibachsen zum Feuer-Herde, um hierdurch den beabsichtigten Theil des Gewichtes der Maschine auf die Treibräder zu übertragen, dann die nöthigen Rücksichten auf die ungehinderte Bewegung der beiden Paare Treibräder in den Krümmungen, waren Gegenstände, die, wenn gleich von minderer Wichtigkeit, doch nicht unbeachtet bleiben konnten, zumal es sich darum handelte, die Grenze der Benützung dieses Fortschaffungs-Mittels für noch so ungünstige Bahn-Verhältnisse zu erweitern. Wie alle diese Fragen gelöset, und welche weitere Vervollkommnungen an der Locomotive eingeführt worden sind, möge aus Folgendem hervorgehen.

Die Constructionsart der achträderigen Locomotive der Eastwick und Harrison ist aus Taf. XVI. und XVII. ersichtlich. Die Maschine Mercury, Taf. XVI., erhielt gegen eine frühere sonst nach demselben Princip gebaute Locomotive dadurch eine Verbesserung, dass bei der frühern die Angriffsstelle der Zugstange *ab* an dem vordern Treibrad *cdef* sich befand, während bei der Locomotive Mercury, wie die Seiten-Ansicht Taf. XVI. zeigt, das Ende *b* der Zugstange bis an das hintere Treibrad reicht und die Bewegung erst auf das vordere

Die vier gekuppelten Treibräder*), Taf. XVII. Fig. 1, haben $3\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser, die Treibachsen sind 3 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll von einander entfernt. Auf jedem Lager der Treibachsen stehet senkrecht ein Taf. XVII.

*) Am 11. Mai und 10. Juni 1842 besichtigte der Verfasser das Maschinen-Etablissement der Herren Eastwick und Harrison in Philadelphia, *Twelfth and Willow Street*, und da in jener Zeit eine neue achträderige Locomotive in der Arbeit begriffen, eine andere aber so weit fertig war, dass man sie heizen konnte, so waren die Herren Eastwick und Harrison so gefällig, ihm nicht nur die Besichtigung und zum Theile auch die Abzeichnung des Mechanismus in seinem ganzen Detail zu gestatten, sondern auch die fertige Locomotive heizen zu lassen, um sich von deren leichten Behandlung, von der Wirkung des Balancier und des Zwischenschiebers in der Praxis zu überzeugen. Die Bahnstrecke, wo die Maschine sich bewegen konnte, war erst 5 bis 6 Klafter lang; es wurde auf die Bahn ein Holzklotz gelegt, um eine Unvollkommenheit zu bilden; der Verfasser bestieg sodann die Plattform und führte selbst die Locomotive, die er mit der grössten Leichtigkeit, ungeachtet der kleinen Strecke und des geflissentlich unterlegten Hindernisses bei Benützung des Zwischenschiebers zum Rückschlagen wiederholt hin und her gehen liess, wobei sich zeigte, dass alle 4 Treibräder zugleich, trotz der angebrachten Erhöhung, stets die Bahn berühren und andrücken, ferner, dass die Behandlung und Steuerung der Locomotive eben so leicht als sicher ist. Der Gefälligkeit der Herren Eastwick und Harrison verdankt der Verfasser viele nützliche Mittheilungen und einige Zeichnungen, nebst den von dem Verfasser selbst an Ort und Stelle zu Papier gebrachten Details-Skizzen. Hier muss bemerkt werden, dass in der Abbildung der Locomotive *Gowan et Marx*, Taf. XVII. die Treibräder nach einer nachträglich erhaltenen Zeichnung mit $3'_{,}$ Fuss Durchmesser angegeben sind, während sie bei der Berechnung mit $3'_{,}$ Fuss Durchmesser erscheinen; die Locomotive, die diesen Namen führt, hat wirklich die Treibräder

Bolzen x, welcher in dem Haupt-Rahmen RRR der Locomotive seine Leitung hat, an dem oberen Ende aber mittelst eines Gelenkes v mit dem Balancier H, welch' Letzterer um seinen Mittelpunkt u dreht, verbunden ist. Der Balancier wirkt durch die Verbindung vv senkrecht auf die Feder f, welche das der Gegend der Treibräder zukommende Gewicht der Maschine zu tragen hat. In dem Drehungspunkte u des Balanciers concentrirt sich zuerst der gesammte Druck des den Treibrädern angewiesenen Gewichts-Antheils der Locomotive, wird aber durch eine zufällige Erhöhung der Bahn ein Räderpaar, also auch durch den Bolzen x ein Arm des Balancier gehoben, so muss der entgegengesetzte mit derselben Kraft abwärts auf das andere Paar drücken, wodurch die Berührung auch dieses Räderpaars mit der Bahn, welches sonst bei einer steifen Befestigung der Räder mit dem Rahmen-Systeme, in die Luft wäre gehoben worden, fort erhalten, mithin der Druck sowohl auf sämmtliche Räder, als auch immer auf 4 Berührungs-Punkte der Bahn gleich vertheilt bleibt. Kommt anstatt einer Erhöhung eine Senkung der Bahn vor, so geschieht die beabsichtigte Gleichstellung des Druckes auf die Treibräder und auf die Bahn auf dieselbe Art, weil die nicht gesenkte Bahn gegen die gesenkte ebenfalls

---

mit 3′, Fuss Durchmesser, für neue gleiche Locomotive haben aber die Herren Mechaniker die Treibräder nicht unter 3′, Fuss angenommen.

als eine Erhöhung anzusehen ist, welche die Berührung aller vier Räder zugleich bewirkt. Durch diese Vorrichtung haben die Mechaniker Eastwick und Harrison die Haupt-Aufgabe dieses achträderigen Systems auf eine eben so praktische als sinnreiche Weise gelöset.

Die Steuerung des Dampfes geschieht durch zwei feste Excentriques, indem deren Stangen *g*, Fig. 1, den Hebel *ii* um den Punkt *o* hin und her bewegen; welche eine analoge Bewegung der damit verbundenen Schieberstange *hh* mittheilt und dadurch die Dampfschieber wie bei andern Locomotiven gesteuert werden. Nicht so ist es rücksichtlich des Rückwärtsschlagens, welches weder durch besondere Excentriques noch durch das Verändern der Steuerungshebel, geschieht, wie diess bei den andern Locomotiven der Fall ist, sondern durch eine sehr sinnreiche und einfache Vorrichtung bewirkt wird. Diese Vorrichtung bestehet in einem Zwischenschieber durch dessen Verrückung die Richtung der Dampfkanäle verwechselt wird, so dass der Kanal, welcher früher den Dampf vor den Kolben leitete, in einen solchen verwandelt wird, der ihn nun hinter denselben bringt und umgekehrt. In dem Schieberkasten *B*, Fig. 1, befindet sich nemlich der Zwischenschieber *CC*, Fig. 2 und 3, welcher mit der Stange *m*, mit dem Handhebel *k* und mit den kleinen Hebeln *l*, Fig. 1, ein System bildet. Der Zwischenschieber ist in dem Schieberkasten hin und her verrückbar, und die Verrückung geschieht

durch die Hand der Maschinen-Führer beim Hebel *k*, welcher, indem er sich um den Punkt *r* dreht, vermittelst des kleinen Hebels *l* die Stange m, an deren Ende der Zwischenschieber befestigt ist, bewegt. So wie jetzt in Fig. 2 und 3 der Zwischenschieber *CC* steht, geht der Dampf unmittelbar durch die Kanäle *c* oder *d* ein oder aus, je nachdem es die Bewegung des gewöhnlichen Schiebers *D* bedingt. Der Kanal *a'* mündet in *a*, Fig. 3, und ist so wie der Kanal *b'*, der in *b* mündet, durch den Boden des Schieberkastens vollkommen geschlossen, so dass kein Dampf durchgehen kann, mithin für diese Stellung des Zwischenschiebers beide Kanäle als nicht vorhanden zu betrachten sind.

Soll nun in der entgegengesetzten Richtung gefahren, d. i. rückschlagen werden, so bleibt der obere Schieber ganz in seinem gewöhnlichen Gange; man rückt nur den Zwischenschieber vorwärts, welcher dadurch genau eine solche Stellung einnimmt, dass die Mündung *a* des Kanals *a'* auf *f*, und die Mündung *b* des Kanals *b'* auf *e* kommt, und die Kanäle *c* und *d* werden so wie früher *a'* und *b'*, durch den Boden des Schieberkastens geschlossen, so dass kein Dampf durchgehen kann. In dieser neuen Stellung wird nun der Dampf, welcher früher durch *c* nach *e* unmittelbar vor dem Kolben ging, jetzt durch den Kanal *a'* mittelst seiner Mündung nach *f* hinter den Kolben gebracht und der Dampf, welcher früher hinter dem Kolben unmittelbar durch *d* nach *f* ging,

wird jetzt durch den Kanal *b'* mittelst seiner Mündung nach *e* vor den Kolben gelangen, wodurch der Kolben selbst nothwendigerweise in seinem Laufe umgekehrt wird, und augenblicklich den Treibräderachsen die entgegengesetzte Bewegung mittheilt.

Eine weitere Verbesserung an der Locomotive der Eastwick und Harrison besteht in der Anordnung der Speisepumpen *nnpsp*, bei welcher sie, da die Röhren unmittelbar hinter den Dampf-Cylindern *A*, Fig. 1, dann durch deren warmen Gehäuse gehen, besser vor dem Frieren geschützt sind, zugleich für das Vorwärmen des Wassers gesorgt ist. Das Wasser kommt nämlich von dem Tenderbehälter durch das Saugrohr *nn* mittelst der Ventile *p* und jetzt durch die warmen Gehäuse der Cylinder schon erwärmt, in das Druckrohr *s*, von wo es durch den Hahn *q* wie gewöhnlich in den Kessel ausmündet. Bei der Locomotive Mercury, die später gebaut wurde, ist der Hahn so wie das Druckrohr verdeckt.

Das Spiel der Pumpen wird aber bei beiden wie gewöhnlich durch die Bewegung der Kolbenstangen bewirkt, nur ist die Vorrichtung hierzu in der verticalen Projection der Seiten-Ansicht nicht sichtbar.

Wie die Tafel XVI. und XVII. zeigen, wurde auch bei den achträderigen Locomotiven, rücksichtlich des beweglichen vordern Untergestelles, dieselbe Einrichtung der sechsräderigen Locomotive beibehalten, so dass auch bei den achträderigen Maschi-

nen für die Anschmiegung des vordern Theiles derselben an die Bahn-Krümmungen gesorgt ist. Für den hintern Theil der Maschine aber, welcher durch den Zuwachs von zwei Rädern, mit vier Punkten die Bahn berührt, war es nothwendig auf ein Mittel zu denken, wodurch auch diese vier Treibräder ungehindert die Bahn-Krümmungen durchlaufen könnten. Eastwick und Harrison haben dieser Anforderung durch Weglassung des Spurkranzes an dem vorderen Paare der Treibräder (siehe *abcd* Tafel XVI. und Fig. 1 Tafel XVII.) entsprochen, so dass die achträderigen Locomotive in dieser Hinsicht in dieselbe Lage der sechsräderigen Maschinen treten, weil die vordern Treibräder immer eine von dem krummen Geleise unabhängige Stellung einnehmen können, und doch stets mit ihrem breiten Reife auf der Oberfläche des Geleises fortlaufen müssen.

Diese Anordnung ist unstreitig auch für die Maschinen, an welchen, wie bei der Locomotive Gowan et Marx, Taf. XVII., alle Räder nahe beisammen sind, wünschenswerth; sie ist aber für jene Locomotive, an welchen wie bei der Maschine Mercury, Taf. XVI., der entgegengesetzte Fall eintritt, unerlässlich nothwendig, weil bei übrigens gleichen Umständen, je weiter die Treibräder aus einander, und je weiter sie von den Laufrädern sind, desto grösser die Abweichung des geradlinigen Ganges der Treibräder von der Krümmung der Bahn, daher auch desto fühlbarer die Wirkung der Krümmung ist.

Wie oben bemerkt, hat auch William Norris aus seiner Fabrik achträderige Locomotive geliefert*); er hat bei deren Construction vorne das bewegliche vierräderige Untergestelle und auch die andern Einrichtungen seiner sechsräderigen Maschinen beibehalten, die vier gekuppelten Treibräder aber hinten angebracht, Taf. XIV. Fig. 1. Die Aufgabe wegen Gleichstellung des Gewichtes auf den Treibrädern und des Druckes auf stets vier Berührungs-Punkten der Bahn, hat er aber durch Anwendung einer andern Vorrichtung gelöset. Taf. XIV. und XV.

Die vier Treibräder der mit dieser Vorrichtung

*) Am 27. April 1842 besichtigte der Verfasser das grosse Dampf-Maschinen-Etablissement des Hrn. William Norris et Comp. zu Philadelphia und erhielt bei dieser Gelegenheit durch das höfliche Entgegenkommen des Hrn. William Norris sehr nützliche Mittheilungen über seinen Locomotiv-Bau. Das Etablissement liegt eigentlich ausserhalb der Stadt, hat 3 Höfe, 5 grosse Locale zu ebener Erde und zwar: für die Schmiede und Giesserei, Kessel-Werkstätte, Dreherei, Tender-Werkstätte, und in dem fünften mit Bahnen belegten werden die Locomotive zusammen gesetzt, fix und fertig eingerichtet; in diesem Locale befinden sich zwei eigens ersonnene sehr sinnreiche Schraubmaschinen, mittelst welcher 200 bis 300 Schrauben in einer Stunde verfertiget werden. Der 1. Stock besteht aus 4 Localen, wo die Dreh- und Feilbänke aufgestellt sind, und die Bestandtheile zarterer Gattung verfertiget werden. Von Modellen ist ein grosses Local ganz voll, die Pläne werden in dem an einem Hofe anstossenden Office des Etablissement verfertiget und aufbewahrt. Eine abgesonderte Einrichtung von Dampf-Maschinen gibt die Treibkraft für den Betrieb sämmtlicher Werkstätte.

versehenen Locomotive Virginia*), Fig. 1, Taf. XIV. sind so gestellt, dass die geometrische verticale Achse des Feuer-Herdes *EF* sehr nahe an die Mitte zwischen den zwei Treibachsen fällt; diese aber sind an einem eigenen Rahmen angebracht, und bilden mit ihren vier Treibrädern ein System für sich, welches in Fig. 1, Taf. XIV., im Detail aber in Fig. 2 bis 6, Taf. XV., ersichtlich ist. Fig. 2 stellt das Treibräder-Rahmensystem, von dem Haupt-Rahmen der Locomotive getrennt, dar. Das eigentliche Treibräder-Gestelle bestehet aus zwei gusseisernen Längen-Stücken *KW*, Fig. 3, *ON*, Fig. 6, und zwei schmiedeisernen Querstücken *GH*, *IK* Fig. 3. An Ersteren befinden sich die Lager der Treibachsen *A'* *A''*, Fig. 3 und 4, welche durch die Querstücke in einem Systeme zusammengehalten werden. Wie aus Fig. 6 zu ersehen ist, ruhen die Längenstücke mit ihren vordern Enden *D*

*) Am 4. und 5. Mai 1842 befand sich der Verfasser in Harpers-Ferry in Virginia, und sah die achträderige Locomotive Virginia auf der Winchester-Potomac-Eisenbahn in Thätigkeit: sie war neu, hatte bereits die dreimonatliche Probezeit sehr befriedigend zurückgelegt und man war mit ihren Leistungen sehr zufrieden. Später hat Norris eine der Virginia ganz gleiche achträderige Locomotive für die grosse westliche Boston-Albany-Eisenbahn geliefert. Die Maschine führt den Namen Albany und ist vorzüglich für die zwischen Springfield und Albany vorkommenden starken Bahnsteigungen bestimmt. Den Berichten der dortigen Ingenieure zufolge sind ebenfalls die Leistungen der Locomotive Albany höchst befriedigend.

auf dem Lager *EF* und zwar in einer Büchse *F*, Fig. 3, die denselben, da sie der Länge nach rund abgedreht sind, eine drehende Bewegung erlaubt. Mit ihren hintern Enden ruhen die Längenstücke auf den Lagern, zugleich aber auf dem Querstücke *IK*. Dieses hat, wie Fig. 5 Ansicht von *A* zeigt, eine Einsattelung und nimmt in der Mitte einen Bolzen auf, welcher den hintern Theil der Maschine in der Art festhält, dass eine Seitenverschiebung des Kessels nicht denkbar ist. Das vordere Querstück aber, mit welchem die zwei Längenstücke, wie der Querschnitt *MN* Fig. 6 zeigt, nur an einem Punkte sich berühren, bildet eine Quer-Verbindung für die Lager der vordern Treibachse *B' B'*, Fig. 3; das Oberlager *VWXY* ergänzt die Büchse *F*, schliesst sich vollkommen an das in derselben drehbar eingerichtete Ende des Langstückes und ist an dem Achsenlager selbst mittelst acht Schrauben befestiget.

Die Federn, welche durch den Haupt-Rahmen, Fig. 1, Taf. XIV., das Gewicht des hintern Theiles der Maschine zu tragen haben, sind mit ihrem Leiter auf dem Unter-Rahmen in der Mitte zwischen den Treibrädern und zwar in einem an dem Längenstücke eigens hierzu befestigten Federlager *RSTV* und *UT*, Fig. 3 und 4, Tafel XV., angebracht, wodurch die zur Erzeugung der beabsichtigten Adhäsion bestimmte Belastung auf die Treibräder übertragen ist.

Aus dem ganzen Systeme folgt nun, dass die Treibräder selbst durch die beschriebene unveränderliche Längen- und Quer-Verbindung zwar stets genau gleich weit von einander entfernt sind, was wegen ihrer Kuppelung unumgänglich nöthig ist, dass ihre Achsen jedoch nicht stets in einer und derselben Ebene sich bewegen müssen; sondern, in zwei vertical parallelen Flächen, verschiedene den Unebenheiten der Bahn angemessene Stellungen einnehmen können. — Der ungünstigste Fall tritt dort ein, wo an einer einzigen Stelle der Bahn und an einem einzigen Schienenstrange eine Unebenheit vorkommt. — Wird z. B. durch eine Erhöhung der Bahn das rechtseitige vordere Treibrad *B'*, Fig. 3, Taf. XV., in die Höhe gehoben, so fügt es sich an diese Unebenheit, indem nur das vordere Ende des Längenstückes *KW* sich bei einer angemessenen Bewegung der Treibachse in seinem eigenen Lager dreht; hierbei aber bleiben sich die andern Verhältnisse ganz gleich, die Verbindungen unverändert, und die Berührung der andern Treibräder mit der Bahn ungestört, nur die Treibachsen und die Längenstücke verlassen die frühere gemeinschaftliche Ebene und stellen sich in zwei verschiedene Flächen. Dadurch nun, dass die Federnleiter in der Mitte des Unter-Rahmens angebracht sind, und dass die Wirkung der Belastung auf diese zwei Punkte unveränderlich bleibt, fällt auf jedes Räderpaar auf jede Seite des Geleises und somit auch auf jedes einzelne Treibrad ein gleicher Gewichts-Antheil, wel-

che Stellung auch die Treibachsen haben mögen. Dasselbe Verhältniss findet bei Einsenkungen des Bahngeleises, und wenn auch Unebenheiten an einer und derselben Bahnstelle an beiden Schienensträngen zugleich vorkommen, Statt. — Die Treibräder haben 4 Fuss Durchmesser und die Treibachsen sind 5 Fuss 4 Zoll weit von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Diese Entfernung wäre bei Krümmungen mit kleinen Halbmessern bedenklich, wenn die vier Berührungspunkte auf der Bahn ein unveränderliches rechtwinkeliges Viereck bilden müssten. Um diesem vorzubeugen, befindet sich zwischen den Lagern der vordern Achse *A''* und den Treibrädern *B''B''* ein Seitenspielraum *aa*, Fig. 3 und *A* Fig. 5, welcher den Treibrädern erlaubt, sich in der horizontalen Projection nach einem Parallelogramm zu stellen, wobei in Krümmungen immer nur zwei Räder nach dessen Diagonale sich mit ihren Spurkränzen an den Rand der Schienen anfügen müssen, während die Spurkränze der zwei Räder nach der andern Diagonale sich nach Massgabe der Krümmung von dem Rande der Schienen ferne halten ohne mit ihren Felgen die Oberfläche verlassen zu können. Bei den hintern Treibrädern *B''' B'''* schliessen sich die Naben *a*, *a* an den Achsenlagern vollkommen, so dass hier eine Seitenverschiebung nicht Statt findet. Dass die Kuppelungs-Stangen bei dieser Vorrichtung immer parallel und gleich wirksam bleiben müssen, gehet aus der Einsicht der Fig. 3 und 5 hervor.

Die Bahn von Harpers-Ferry nach Winchester ist in ihrer Anlage von Grund auf sehr mangelhaft und schwach, und doch vermag die Locomotive Virginia bei grossen Transporten einen beruhigenden Dienst zu verrichten.

Hr. Baldwin et Vail sind bisher bei den sechsräderigen Maschinen stehen geblieben. Um jedoch das ganze Gewicht der Locomotive zur Erzeugung von Adhäsion nutzbar zu machen, hat die genannte Firma alle 6 Räder mit der Triebkraft in Verbindung gesetzt. Da aber von den 6 Rädern nur die 4 vordern unter sich gleichen Durchmessers sind, die zwei hinter dem Herde aber einen grösseren Durchmesser haben, so sind diese in unmittelbarer Verbindung mit der Triebkraft mittelst der Kolben und Zugstangen, und ihre Kuppelung mit den vordern vier Rädern ist erst mittelst eines Zahngetriebes bewirkt. So vortheilhaft aber eine solche Einrichtung für die Adhäsion ist, so nachtheilig wirkt sie auf die Reibung, und verhältnissmässig grösser muss der Aufwand an Dampfkraft sein, um den grössern Widerstand der Reibung zu besiegen.

Die Leistungen derlei Locomotive sind in Bezug auf Ziehvermögen, zufolge Berichte des *Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania*, wunderbar, die Anwendung derselben ist aber nicht sonderlich beliebt und nicht sehr verbreitet. Unstreitig ist das Zahngetriebe, eine an und für sich complicirte Vorrichtung, für eine Maschine wie die Locomotive, bei deren Bestandtheilen die

möglichste Genauigkeit der Construction und rasche, zugleich aber sanfte Bewegung die Haupt-Erfordernisse sind, nur ein hemmender Mechanismus. Die Reibung desselben verzehrt schon einen Theil der Dampfkraft, bevor diese zum Treibrade gelangt ist, das Zahnwerk ist einer schnellen Abnützung unterworfen, und die Reparaturen müssen häufiger sein als bei andern Locomotiven; zudem sind derlei Maschinen nur für mässige Geschwindigkeiten geeignet. Ursprünglich hatte man auch in England verzahnte Räder zur Übertragung der Bewegung der Kolben auf die Treibräder angewendet; man hat aber dort schon lange dieses System verlassen; seit dem Jahre 1814 wurden durch Stephenson et Dadd Locomotive ohne Zahngetriebe construirt.

Gleichwohl beschäftigte sich der tüchtige Mechaniker Hr. Baldwin, dessen Fabrik unstreitig zu den wenigen Maschinen-Anstalten ersten Ranges Pennsylvaniens und Nordamerikas gehört, mit sehr nützlichen und sinnreichen Verbesserungen. Am 21. Mai 1842 lieferte er schon aus seiner Fabrik eine Locomotive mit den neuesten Verbesserungen construirt und eine ähnliche befand sich im Juni desselben Jahres im Baue begriffen *). Sie sind

*) Der Verfasser besichtigte im Juni 1842 auch die Locomotiv-Manufactur der Firma: Baldwin et Vail in Philadelphia in Broad Street und nahm alle neuesten oder erst im Entstehen begriffenen Verbesserungen in Augenschein. Er erhielt auch von der Gefälligkeit des Hrn. Baldwin, nebst den nöthigen

sechsräderige Locomotive, deren Haupt-Verbesserung darin besteht, dass die sechs Räder sämmtlich Treibräder gleichen Durchmessers, und mittelst einer ähnlichen Verbindungs-Stange wie bei den achträderigen Locomotiven, mit einander gekuppelt sind, indem hierbei das Zahngetriebe gänzlich unterblieb. Die Räder haben 3 Fuss Durchmesser, vier davon sind nahe beisammen vorne und zwar so angebracht, dass die vorderste Treibachse ungefähr in der verticalen Linie des Endes der Kolbenstange fällt; von der andern Treibachse aber nur $3\frac{1}{2}$ Fuss weit entfernt ist. Die andern zwei Räder sind wie bei den gewöhnlichen Baldwin'schen sechsräderigen Locomotiven hinter dem Feuerherde angebracht, und an diesem befindet sich die Angriffskurbel, zu welcher die mit dem Kolben verbundene Zugstange reicht. Die hinterste ist von der vordersten Treibachse 10 Fuss 9 Zoll weit entfernt, und eben so lang ist die Kuppelungsstange, welche an jeder Seite alle drei Räder mit einander verbindet. Wenn die Kolbenstange ganz ausgestreckt ist, so ist der Angriffspunkt der Zugstange am hintern Treibrade 12 Fuss von der gegen den Feuerherd gekehrten Front der Cylinder entfernt; die Zugstange hat in der

---

Auskünften, Zeichnungen, die er jedoch, da dieselben sich auf Gegenstände beziehen, die er selbst in der Natur nicht gesehen hat, zu veröffentlichen sich enthielt.

Mitte ein Gelenke, ist 10½ Fuss, die Kolbenstange 1½ Fuss lang. Die vier vordern Räder bilden mit den Tragfedern ein System, welches mittelst einer dem Balancier der Eastwick-Harrison'schen ähnlichen Vorrichtung mit dem Rahmen der Locomotive in Verbindung steht. Das bewegliche Untergestell der gewöhnlichen sechs- und achträderigen Locomotive konnte bei seinem neuen Kuppelungs-Systeme nicht angebracht werden, um aber dem Übelstande der Krümmungen abzuhelfen, wendete Baldwin eine ganze neue Einrichtung an. Er hat nämlich die beiden vordern Treibachsen mit kugelförmig abgedrehten Lagern versehen und diese in gleichgeformte Büchsen in der Art angebracht, dass bei Krümmungen den Achsen eine horizontale Kreisbewegung erlaubt ist, um sich in der Richtung des Halbmessers der Bahn-Krümmung zu stellen. Die Vorrichtung ist so einfach als sinnreich, sie ist in kleinem Massstabe ausgeführt worden und gelungen, und Baldwin zweifelte an deren praktischen Ausführbarkeit nicht im Geringsten *).

Diese Gattungen Locomotive, sowohl die achträderigen des William Norris und der Eastwick et Harrison, als die gekuppelten sechsräderigen des

*) Der Verfasser nahm bei Hrn. Baldwin selbst das Modell der neuen Büchsen-Vorrichtung in Augenschein, und brachte auch die Zeichnung derselben mit sich, erhielt aber bisher keine Nachricht über den Erfolg deren praktischen Anwendung.

Baldwin sind in der Regel für den Frachttransport — *connected Engines for burden* — berechnet. Für starke Steigungen und überhaupt für jene bei ungünstigen horizontalen und verticalen Projections-Verhältnissen angelegten Bahnstrecken, sind diese Gattungen Locomotive sehr geeignet: ob die achträderigen oder die sechsräderigen vorzuziehen seien, hängt zunächst von den örtlichen Verhältnissen ab. Die Adhäsion ist ein Haupt-Erforderniss: in der Regel je mehr desto besser; die Adhäsion muss aber der eigentlichen Dampfkraft der Locomotive angemessen sein und umgekehrt, und man muss bedenken, dass eine vermehrte Kuppelung, und überhaupt complicirte Einrichtungen immer mit einer Vermehrung der Reibung verbunden sind; ferner, dass die Reibung des Mechanismus auf Kosten der Dampfkraft allein fällt; welche, um so viel vermindert, erst auf die Treibräder ihre Wirkung mittheilt, um jene Widerstände zu besiegen, die mit der Fortschaffung der Last verbunden sind; diese sind: der Widerstand der Luft gegen den Wagenzug; der Widerstand der rollenden Reibung desselben auf den Rails; der Schwerkraft bei Ansteigungen und endlich der Bahn-Krümmungen. Um das Gesammte dieser Widerstände zu überwinden, ist ausser der Dampfkraft, die Adhäsionskraft erforderlich. — Die achträderigen Maschinen empfehlen sich durch mehr Einfachheit und durch die günstigen Ergebnisse einer längeren Erfahrung.

NÄHERES ÜBER DAS ANHAFTUNGSVERMÖGEN (ADHÄSION).

Aus Obigem geht hervor, dass bei den achträderigen Locomotiven, das Haupt-Augenmerk der nordamerikanischen Mechaniker zunächst dahin gerichtet war, den grösstmöglichen Theil des Gewichtes der Locomotive auf die Treibräder zu übertragen, um es für die Hervorbringung der Adhäsions-Kraft nutzbar zu machen; dann dieses Gewicht trotz der etwa vorkommenden Unvollkommenheiten des Bahn-Geleises stets auf alle Treibräder gleichmässig zu vertheilen, die Treibräder selbst aber alle zugleich in steter Berührung mit der Bahn zu erhalten.

Es wurde bei Erörterung der Vortheile, welche mit der hierzu von Eastwick und Harrison ersonnenen Wagebalken-Vorrichtung, so wie mit dem zu demselben Ende von William Norris et Comp. angewendeten gelenkigen Rahmen bezweckt wurden, vielfältig die Frage in Erwägung gezogen, ob mit der Anwendung dieser Vorrichtung nebst der Schonung für die Bahn auch noch der Vortheil errungen sei, jenes aus der angenommenen Belastung beabsichtigte Adhäsions-Vermögen der Locomotive auf die Rails für noch so mangelhaft bestehendes oder erst eintretendes Niveau des Geleises, auf welchem die Maschine hinrollen muss, von konstanter Grösse zu erhalten. Die Mechaniker, welche in der Regel sich mehr an das wahrhaft Praktische halten, beantworten diese Frage bejahend. Wenn man aber das Adhäsions-Vermögen nach den Gesetzen

der Reibung behandelt wissen will oder gar das Eine mit der Andern verwechselt, und man sich auf den zu sehr allgemeinen Satz stützt, dass die Reibung nur dem Drucke proportional, von der Grösse der reibenden Fläche, d. i. von der Menge der Berührungspunkte, aber unabhängig sei, so könnte man glauben, es sei für das Adhäsions-Vermögen von keinem Einfluss, ob alle vier Treibräder zugleich oder nicht mit der Bahn in Berührung sich befinden, weil immer dieselbe Belastung auf die berührenden Punkte drücke. — Es dürfte hier am Orte sein, diesen Gegenstand näher zu untersuchen. — Die eigentliche Reibung so wie das Adhäsions-Vermögen einer Locomotive auf den Rails entspringen zwar aus dem physischen Zustande, welcher zwischen den Berührungsflächen beider Körper Statt findet, weichen aber in Hinsicht auf ihren statischen Einfluss von einander wesentlich ab.

Bei der gegenseitigen Berührung von zwei Körpern legen sich die Unebenheiten des Einen in Jene des Andern, hieraus entsteht zwischen den beiden Berührungsflächen eine Art gegenseitiger Verband, welcher der Trennung der Körper in der Richtung der sich berührenden Fläche einen Widerstand entgegensetzt, der in der Sprache der Statik Reibung genannt wird. Bei dem Wagenzuge ist diese Reibung eine rollende; die Locomotive und Wagen haben diese rollende Reibung mit einander gemein, sie ist für beide dem normalen Druck, d. i. dem Gewichte derselben proportional, und

für Beide und für horizontale und geradlinige Bahnstrecken zu 8 Pf. pr. Tonne oder $\frac{1}{280}$ des Gewichtes angenommen.

Bei einer Locomotive ist die eigentliche bewegende Kraft durch den Druck des Dampfes auf die Kolben repräsentirt; die Treibräder sind gleichsam Vorrichtungen, welche, in Verbindung mit den Kolben, dazu bestimmt sind, die Wirkung der Dampfkraft auf den widerstehenden Körper — die Last — zu übertragen, um die beabsichtigte Bewegung hervorzubringen. In diesem mechanischen System gleicht die Locomotive einem Hebel: an dessen einem Arm, mittelst des Kolbens und der Kurbel, die Dampfkraft wirkt, an dessen andern Arm aber die widerstehende Last sich befindet. Den Stützpunkt dieses Hebels kann man sich auf den Rails denken*), gleitet er aus, so hört auch die Wirkung des Hebels auf. Nun hat die Wirkung dieses Hebels die fortschreitende Bewegung des Ganzen hervorzubringen; es ist also von der Bewegung des Wagenzuges das Nichtausgleiten, d. i. das Anhaften des Stützpunktes gegen die Rails bedingt, wie diess auch wirklich die Erfahrung bestätigt. Der mechanische Werth dieses Nichtausgleitens, d. i. dieses Anhaften der Treibräder auf den Rails, welches bei Benü-

*) Bekanntlich lässt sich die Theorie des Hebels mit einigen Modificationen auf alle Maschinen anwenden, deren Bestimmung es ist, die Wirkung einer Kraft auf einen Widerstand zu übertragen und eine Bewegung hervorzubringen.

tzung des Maximums der Dampfkraft einer angemessenen Wirkung derselben entspricht, ist das Anhaftungs-Vermögen, d. i. die Adhäsion der Locomotive.

Also unterscheiden sich Reibung und Anhaftungs-Vermögen bei der Locomotive schon dadurch, dass Erstere ein die Bewegung hemmender Widerstand ist, während Letzteres das Mittel ist, um die nutzbare Dampfkraft der Locomotive auf die Last wirksam zu machen *). Es ist das *fulcrum of the motion.*

Unter übrigens gleichen Umständen ist, wie oben gesagt, die Reibung zwischen zwei Körpern dem Drucke proportional, welcher den Einen gegen den Andern anpresst, von der Grösse aber der gemeinschaftlichen Berührungsfläche unabhängig. Coulomb hat zuerst aus den Ergebnissen einer Reihe von

---

*) Bei der ursprünglichen Anwendung der Locomotive hatte man so wenig auf das Adhäsions-Vermögen der auf den Rails hinrollenden Locomotive getraut, dass man die Räder der Locomotive und die Rails künstlich verzahnt hatte. Eine solche Vorrichtung wendete im Jahre 1811 in England Blenkinsop an; und erst zwei Jahre später ist Blacket zur Wahrnehmung gelangt, dass das natürliche Adhäsions-Vermögen der Räder auf den Schienen hinreichend war, ohne das Zuthun der Verzahnung, die Bedingung des Locomotiv-Systems zu erfüllen. (Vergl. Wood — *Traité pratique des Chemins de Fer* 1834.) Mit dieser Verzahnung sind in der neuesten Zeit Projectslustige aufgetreten, wahrscheinlich ohne zu wissen, dass sie hierdurch auf eine bereits vor zehn Jahren angewendete und zugleich verworfene Vorrichtung zurück kommen.

Versuchen diesen Hauptgrundsatz aufgestellt *). Eytelwein hat später in seiner Theorie der Reibung die Herleitung Coulombs beibehalten **).

Letzterer hat bereits in seiner Zeit in so weit auf einen Unterschied aufmerksam gemacht, zwischen Reibung und Adhäsion, als er Letztere nicht von der Grösse der Berührungsfläche unabhängig hielt. Navier hat den Unterschied zwischen Reibung und Adhäsion näher bezeichnet; in Beziehung auf die Locomotive hat er jedoch, wie früher Wood, die Adhäsion der Locomotive, als eine Function des ganzen Gewichtes der Locomotive betrachtet ***).

Pambour ist aber durch Versuche zu der Wahrnehmung gelangt, dass die Adhäsion eine Function der nur auf die Treibräder entfallenden Belastung sei. Die Adhäsion ist daher nicht, wie die Reibung, dem ganzen Gewichte der Locomotive proportional, sondern, bei übrigens gleichen Umständen, lediglich nur von jenem Gewichts-Antheil derselben abhängig, welcher jene Räder, worauf die bewegende Kraft unmittelbar wirkt, an die Bahn anpresst, wie

---

*) *Académie des sciences, savants étrangers, tome X. Paris* 1785.

**) Handbuch der Statik fester Körper etc. etc. von D. I. A. Eytelwein. Berlin 1832.

***) *Résumé des leçons données à l'école des ponts et chaussées sur l'application de la mécanique etc. etc. par M Navier etc. etc. Bruxelles* 1839.

gross auch der übrige die Laufräder zutreffende Gewichts-Antheil der Locomotive ist. Die bewegende Kraft hat also an der Erzeugung der Adhäsion Theil; hierin liegt für die Locomotive ein weiterer Unterschied zwischen Reibung und Adhäsion.

Nach obigem Begriffe der Adhäsion (S. 174) ist der Werth des Adhäsions-Vermögens einer Locomotive jedesmal von jener Last bestimmt, welche unter voller Wirkung des Dampfes ohne irgend eine fortschreitende Bewegung der Locomotive zu erlauben, erst das Ausgleiten der Treibräder verursacht. Beim Eintreten dieses Verhältnisses wird also das Band der Adhäsion aufgehoben; die Nichtüberschreitung oder eigentlich die Nichterreichung dieser Grenze ist, ausser der Erzeugung des angemessenen Dampfdruckes auf die Kolben, eine unerlässliche Bedingung für die Wirkung der Locomotive.

Dieses Verhältniss kann, bei einer und derselben Locomotive, bei verschiedenen meteorologischen Zuständen in Bezug auf ihren Einfluss auf die Rails, auch durch verschiedene Lasten herbeigeführt werden. Eine glatte, schlüpfrige oder mit Frost belegte Oberfläche der Rails vermindert das Adhäsions-Vermögen der Locomotive. Hierüber ist im III. Abschnitte das Nöthige gesagt worden. Schon aus der beschriebenen Art und Weise wie die Adhäsion der Dampfkraft behülflich ist, dürfte aber folgern, dass dieselbe, hinsichtlich ihrer Wirkung, auch mit dem Zustande des Bahnniveau sich ändert. Die Kuppelung der Räder und ihre Verbindung mit dem

Kolben vermittelst der Zugstange, hat zum Zwecke, die gekuppelten Räder zu Treibrädern zu machen, d. i. zur Erzeugung von Adhäsion zu vermögen; diess aber setzt deren Berührung mit den Rails voraus.

In diesem Systeme kann man sich so viele Angriffspunkte der bewegenden Kraft, und eben so viele Stützpunkte auf den Rails als gekuppelte Räder denken. Wird nun auf unebenen Stellen des Bahn-Geleises das eine oder das andere gekuppelte Rad oder auch das eine oder das andere Räderpaar, durch die Steifheit der Verbindung zwischen dem Tragrahmen der Maschine und den Rädern, in die Höhe aufgezogen, so dass gleichsam das Rad oder Räderpaar die Unebenheit überspringt, so ist für diese Räder mit der Berührung auch die Adhäsion auf den Rails, somit eben so viele Angriffs- und Stützpunkte aufgehoben, und es muss daher bei dieser Veränderung eine Störung in dem gedachten mechanischen Systeme eintreten, wie auch das ganze den Treibrädern angewiesene Gewicht auf die übrigen Berührungspunkte vertheilt bleiben mag. Derlei Veränderungen verursachen auch wirklich Schwankungen und Erschütterungen, bei welchen um so schwächer der Angriff der Räder an die Schienen ist, um so geringer auch die Anhaftung an denselben ausfallen muss. Ob nun wirklich auch in dem Falle, als nicht alle vier Treibräder zugleich die Bahn berühren, das wirksame Adhäsions-Gewicht doch dasselbe bleibe, mag auf folgende Weise untersucht werden.

Bei den achträderigen amerikanischen Maschinen, wovon hier die Rede ist, liegt der Schwerpunkt derselben ausserhalb des vordern Treibrades.

Fig. 1.

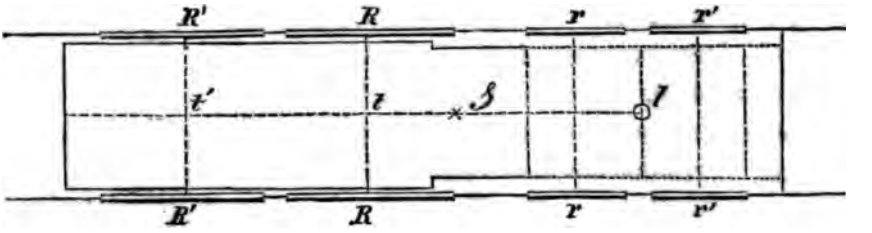
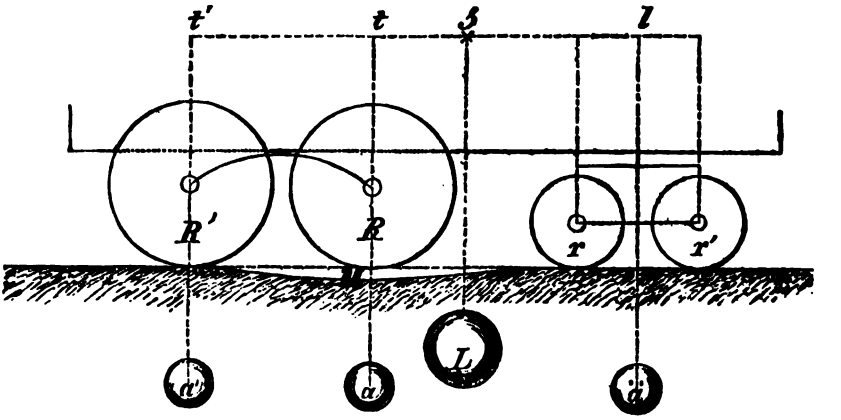


Fig. 2.



Wenn Fig. 1 den Grundriss einer solchen Locomotive darstellt, so kann man sich bei *s* die horizontale Projection des Schwerpunktes denken. Zwar wechselt die Lage des Schwerpunktes mit der Menge des Wassers im Kessel, des Brennmateriales in

dem Herde und mit dem Neigungs-Verhältnisse der Bahn; dessen horizontale Projection liegt aber, gemäss der Vertheilung des Gewichtes, immer ausserhalb der vordern Treibachse, jedoch immer näher an dieser als an der hintern Achse der Laufräder. Bei der Nicht-Anwendung der Balancier- oder der Gelenk-Gestell-Vorrichtung muss man den Haupt-Rahmen der Locomotive mit den zwei Treibachsen als ein einziges steifes System betrachten, und jedes Treibrad unmittelber vom Haupt-Rahmen belastet. Man denke sich die Locomotive mit vier Lauf- und vier Treibrädern, Fig. 1 und 2, auf einer horizontalen und geradlinigen Strecke in Thätigkeit, und es bezeichne L das gesammte Gewicht derselben, hiervon a'' den auf die Laufräder treffenden, a den auf die vordere Treibachse RR, a' auf die hintere Achse $R'R'$ Fig. 1 entfallenden Antheil; e die Entfernung ts der Treibachse RR, e' die Entfernung $t's$ der Treibachse $R'R'$ von dem Schwerpunkt s und e'' die Entfernung sl desselben von dem Mittelpunkt des vordern Untergestelles, so ergibt sich Nachstehendes:

Da das vierräderige Untergestell als eine einzige um ihren Mittelpunkt bewegliche Achse betrachtet werden kann, und da die Laufräder ohnehin zur Adhäsion nichts beitragen, so kann man das Gewicht a'' als auf dieser Achse vereinigt annehmen, und wenn man sich nun die ganze Last der Locomotive in die einzelnen Gewichte aa' und a'' zerlegt, diese in einem Hebel-Systeme wirkend, unter

sich im Gleichgewichte, und den Schwerpunkt der Locomotive als Ruhepunkt des Hebels denkt, so wird man, gemäss der Theorie des Hebels, folgende Gleichungen erhalten, als:

$$a'' e'' = a e$$
$$a' e'' = a' e'; \; a + a' + a'' = L,$$

wenn nun a, a' und a'' als unbekannte Grössen behandelt und ihre Werthe aus obigen Gleichungen abgeleitet werden, so erhält man den auf jedes Rad und auf jeden Schienenstrang entfallenden Normaldruck wie folgend ausgedrückt: für das vordere Treibrad R:

$$\tfrac{1}{2} a = \frac{\tfrac{1}{2} L. \; e' \; e''}{e e' + e e'' + e' e''}$$

für das hintere Treibrad R'

$$\tfrac{1}{2} a' = \frac{\tfrac{1}{2} L. \; e e''}{e e' + e e'' + e' \; e''}$$

und für die zwei Laufräder $r.r'$ zusammen:

$$\tfrac{1}{2} a'' = \tfrac{1}{2} \frac{L. \; e e'}{e e' + e e'' + e' \; e''}$$

und wenn ν das gesammte Adhäsions-Gewicht bezeichnet, so ist für den Fall eines vollkommen ebenen Bahnniveau und für jeden Schienenstrang

$\tfrac{1}{2} \nu = 2 (\tfrac{1}{2} a + \tfrac{1}{2} a')$ und für beide Schienenstränge zusammen:

$$\nu = \frac{L \; (e' e'' + e e'')}{e e' + e e'' + e' e''} \qquad (1)$$

Allein, mathematisch eben ist das Bahngeleise

nicht, wie sorgfältig auch der Oberbau gelegt ist; noch weniger aber bei abwechselnder Trockenheit und Nässe, wodurch, so wie durch die Benützung der Bahn einzelne Setzungen eintreten und lockere Stellen sich bilden, welche das Niveau uneben und die Schienen ungleichmässig fest machen. Hingegen sind die Bestandtheile der Locomotive, vorzüglich die gekuppelten Räder mit fast mathematischer Genauigkeit construirt und zusammengesetzt; Haupt-Rahmen und Treibräder sind aber in ihrem Systeme ungelenksam und steif, so muss sich jede Unebenheit des Bahn-Geleises, wenn die Locomotive darüber rollt, für diese fühlbar machen und die Folgen herbeiführen, deren oben erwähnt wurde. Es sei nun u Fig. 2, eine schadhafte Stelle des einen Schienenstranges, über welche das Treibrad R hinwegrollt, ohne die Bahn berühren zu können; in diesem Augenblicke ändern sich die durch obige Gleichungen aufgestellten Bedingungen des Gleichgewichtes in dem Hebel-Systeme durch die Aufhebung der Berührung des Rades R mit der Bahn, indem dieses Rad keine Belastung tragen kann; da aber selbst unter diesen und unter was immer für Umständen die Locomotive beide Schienenstränge mit der Hälfte ihres Gewichtes gleich belastet, so wird das Gleichgewicht der Kräfte in dem Hebel-Systeme folgende Gleichungen bedingen, als, für den schadhaften Schienenstrang:

$$\frac{1}{2}\, a = o,\quad e' a' = a'' e'',\quad \frac{1}{2}\, L = \frac{a' + a''}{2}$$

folglich $\frac{1}{2}a = \frac{L \cdot e''}{2(e''+e')}$; $\frac{1}{2}a'' = \frac{L \cdot e'}{2(e''+e')}$;

und wenn v' das entsprechende Adhäsions-Gewicht ausdrückt, so ist $v' = \frac{1}{2}a'$ oder

$$v' = \frac{L}{2}\left(\frac{e'}{e''+e'}\right);$$ für den gegenüber liegenden unschadhaften Schienenstrang bleibt sich die obere Gleichung $\frac{1}{2}v = \frac{1}{2}a' + \frac{1}{2}a =$

$$= \frac{L}{2}\left(\frac{e'e'' + ee''}{ee' + ee'' + e'e''}\right)$$

unverändert; das gesammte auf beide Schienenstränge wirkende Adhäsions-Gewicht, durch v'' bezeichnet, wird daher

$$v'' = v' + \frac{1}{2}v = \frac{L}{2}\left(\frac{e'e'' + ee''}{ee' + ee'' + e'e''} + \frac{e'}{e''+e'}\right) \quad (2)$$

sein.

Aus dem Vergleiche der Gleichungen (2) mit der Gleichung (1) geht hervor, dass in dem angenommenen Falle eines schadhaften Zustandes der Rails, bei welchem nicht alle vier Treibräder zugleich mit dem Geleise in Berührung sich befinden, das gesammte wirkende Adhäsions-Gewicht geringer ist, als wenn das Niveau des Bahn-Geleises in der Art eben ist, dass alle vier Treibräder zugleich die Bahn berühren.

Mittelst eines ähnlichen Verfahrens würde man auch ein ähnliches Resultat für den Fall finden, als

das Treibrad *R* über die Vertiefung *u* hinweg zu springen hat, und eben so wenn an einer und derselben Stelle beide Schienenstränge schadhaft wären und anstatt eines Rades allein, beide Räder einer Treibachse über eine Vertiefung an dem Haupt-Rahmen hängen bleiben müssten, und dasselbe, wenn anstatt Vertiefungen, Erhöhungen an dem Geleise vorhanden wären, denn gegen die erhöhten Punkte sind die nicht erhöhten als Vertiefungen anzusehen.

In allen diesen Fällen wird daher doch eine Verminderung des Adhäsions-Gewichtes herbeigeführt, dann sind, ausser der Verminderung der Adhäsion selbst und der nicht gleichmässigen Belastung der Bahnschienen, Stösse und Schwankungen unvermeidlich und fühlbar, wie oben bemerkt wurde und die alltägliche Erfahrung bestätigt.

Auf jenen Bahnen, wo die Neigungs- und Krümmungs-Verhältnisse sehr günstig sind, der Bahn-Oberbau auf einem festen Unterbau gut gelegt ist, und die Locomotive selten mit voller Kraft arbeiten müssen, kann der allfällige Verlust an Adhäsion durch die etwa eintretenden Gebrechen an dem Bahn-Niveau kaum von Einfluss sein. Wenn aber die horizontalen und verticalen Projections-Verhältnisse der Bahn der Art sind, dass schon dieserwegen die Locomotive ihre volle Anstrengung entwickeln muss, dann fällt jenes Hemmniss in der Wirkung der Locomotive sehr fühlbar aus. Nimmt die Adhäsion durch den unabwendbaren Einfluss

ungünstiger Witterungs-Verhältnisse ab, so ist jeder weitere Verlust durch die Mangelhaftigkeit der Locomotive, durch Unvollkommenheiten des Bahn-Oberbaues noch unwillkommener. Diesen Letzteren mittelst sorgfältiger Nachbesserungen abzuhelfen liegt in dem Systeme eines wohlgeregelten Bahnbetriebes; es aber sogleich und genau zu thun, ist nicht immer möglich, zumal die grössern Gebrechen im Winter oder beim Aufthauen eintreten, wenn nämlich am schwierigsten gearbeitet werden kann. Aus diesen Ursachen tritt die Nützlichkeit der Vorrichtung zur Gleichstellung des Adhäsions-Gewichtes auf alle vier Treibräder zugleich bei achträderigen Locomotiven in Hinsicht sowohl des Anhaftungs-Vermögens der Locomotive, als auch der Schonung der Bahn am anschaulichsten hervor.

VII. ABSCHNITT.

Bahnbetrieb, Betriebsmittel und Ergebnisse.

Es wurde bereits im I. Abschnitte bemerkt, dass im Jahre 1842 die Strecke von Baltimore bis Hamock 123 Meilen der Hauptbahn, schon im Betriebe sich befand, dass die Bahn von der Maschinen-Station zu Mount-Clair angefangen durchgehends und ausschliesslich nur von Locomotiven befahren, und dass die Benützung dieses Fortschaffungs-Mittels zum Betriebe der ganzen Bahn angenommen wurde.

Im Monate Mai 1842 besass die Gesellschaft 33 Locomotive, wovon 6 den Dienst der Flügelbahn von Baltimore nach Washington verrichteten, die übrigen 27 ausschliesslich für den Betrieb der Hauptbahn bestimmt waren. Drei achträderige Maschinen waren ganz neu und weitere drei waren bereits bestellt, so dass gegenwärtig die Gesellschaft für die 180½ Meilen lange Strecke von Baltimore

bis Harpers-Ferry 30 Locomotive besitzen dürfte. Von diesen sind die Mehrzahl sechsräderige, einige achträderige, und einige mit verticalem Kessel. Die sechsräderigen wurden meist von der Firma: William Norris et Comp., die achträderigen von Eastwick et Harrison, und jene mit verticalem Kessel von *Gillingham et Winans* geliefert. Im Mai 1842 waren zwei Locomotive ausser Dienst gesetzt, drei ganz neue in der Locomotiv-Remise zu Mount-Clair für den Betrieb der neu zu eröffnenden Bahnstrecke vorbereitet, acht befanden sich zwischen Baltimore und Harpers-Ferry in Thätigkeit, wovon 4 zu der Personen-Beförderung und 4 zu dem Güter-Transporte verwendet wurden. Die übrigen waren theils weniger brauchbare, theils Reserve-Locomotive.

Die Normal-Geschwindigkeit ist für die Beförderung der Personen im Durchschnitte zu 20 Meilen, für den Güter-Verkehr zu 10 Meilen pr. Stunde angenommen. Man nimmt aber dabei an, dass, mit Einrechnung des Aufenthaltes auf den Wasser- und Aufnahms-Stationen, die wirklich verwendete Fahrzeit in dem Verhältnisse von einer Stunde pr. 15 Meilen Bahnlänge für die Personen-Trains und von 1 Stunde pr. 8 Meilen Bahnlänge für den Güter-Transport zu rechnen sei. Die Aufenthalte auf den Stationen nehmen also beziehungsweise $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$ der ganzen Fahrzeit in Anspruch.

Bei diesen Geschwindigkeits-Verhältnissen und bei einer geregelten Behandlung der Maschi-

nen wird der tägliche durchschnittliche Dienst einer Locomotive in der Zurücklegung von 100 Meilen horizontaler und geradliniger Bahn veranschlagt, wobei jedoch für jede Locomotive in Thätigkeit, Eine Locomotive in Reserve zur Deckung der Rast- und Reparaturzeit berechnet wird. Hiernach trifft auf jede Locomotive der alltägliche durchschnittliche Dienst auf 50 Meilen horizontaler und geradliniger Bahn. Für Bahnstrecken mit Krümmungen und Steigungen muss der tägliche Dienst der Locomotive auf eine verhältnissmässig kürzere Bahnlänge beschränkt werden. Welche Regel hierzu gilt und zu beobachten ist, wird im VIII. Abschnitte näher bestimmt werden.

Unter obigen Voraussetzungen wird die Dauer einer Locomotive auf 10 bis 12 Jahre veranschlagt, wenn anders bei deren Erhaltung die gehörige Sorgfalt beobachtet wird.

Der Zeitpunkt, wo die Locomotive nicht ferner geeignet ist, mittelst Ausbesserungen forterhalten zu werden, ist in der Regel von dem nicht mehr reparaturfähigen Zustande des Kessels, welcher der stärkste und Hauptkörper daran ist, bestimmt.

Die bis zu jenem Zeitpunkte eintretenden Gebrechen anderer Art werden durch Ausbesserung oder Austauschung der schadhaften Bestandtheile beseitigt, in jenem Zeitpunkte tritt die Maschine ausser Gebrauch und hat ausgedient. Der Überblick des Mechanikers und eine genaue Buchführung

Die achträderigen Wagen sind rücksichtlich des Gestelles nach demselben Principe der Locomotive mit dem beweglichen vierräderigen Untergestelle eingerichtet. Nur sind bei den Wagen der beweglichen Untergestelle mit vier Rädern immer zwei; die Verbindung aber des Haupt-Rahmens mit den zwei Untergestellen ist, wie bei den Locomotiven, mittelst eines beweglichen Zapfens bewirkt.

Taf. XVIII. Tafel XVIII. bietet die Zeichnung eines achträderigen Personen-Wagens zu 72 Sitzen nach der im Jahre 1840 auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn üblichen Construction dar.

Ein solcher Wagen ist, Fig. 1, 2 und 3, im Innern 36 Fuss lang, 7 Fuss breit und 5 Fuss 11 Zoll hoch; die Platformen *AA*, Fig. 3 sind 3 Fuss breit, und sind mit einem Geländer versehen, man steigt auf die Platformen mittelst der Tritte, *gg* um zu den auf denselben sich befindenden Eingangsthüren zu gelangen, welche mittelst des durch die ganze Länge des Wagens laufenden 14 Zoll breiten Ganges mit einander in Verbindung stehen. Die Form der zwei vierräderigen Untergestelle, deren Verbindung mit dem Wagenkasten und mit dem Wagen-Rahmen, dann die Art der Befestigung des Letzten sind aus Fig. 1, 2 und 4 ersichtlich; die Räder haben $2\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser und sind von Schalenguss; die beweglichen Untergestelle haben keinen besonderen Rahmen, wie es gewöhnlich der Fall ist, sondern es wird der parallele Gang der Achsen bloss durch eine Verbindung ihrer Lager mittelst

hobene, wenn auch durch sinnreiche Vorrichtungen zum Theile verringerte Ungemach der weit um sich sprühenden Funken, gegen sich hat*).

Für die Form und den Zustand des Holzes tragen die Amerikaner die grösste Sorgfalt. Sie haben nämlich eigene Maschinen zum Absägen des Holzes, welche sehr einfach sind, und mit Dampf, zuweilen mittelst des überströmenden Dampfes der Locomotive selbst, wenn sie stille steht, betrieben wird. Die Grösse der Holzstücke ist dem Feuerraum in dem Herde angemessen, sie sind gleicher Länge, in der Regel für kleinere Locomotive 14, für grössere 20 Zoll; hauptsächlich aber muss das Holz vollkommen trocken sein, und der Maschinen-Führer unterhält damit das Feuer oftmals aber spärlich.

Über den Verbrauch an Brennmateriale auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn, lieferte die Erfahrung folgende durchschnittliche Resultate — Anthracit-Kohlen: Für 60 Tonnen Ladung 114 Meilen (horizontaler und geradliniger Bahn) oder 6840 Tonnen auf Eine Meile weit transportirt, 2.25 Tonnen Kohlen, mithin pr. Tonne und Meile 0.00033 Tonne Kohlen.

Fichtenholz: für 52 Tonnen Ladung mit der

---

*) Auf den amerikanischen Bahnen sind vielfältige Funkenfang-Vorrichtungen ersonnen und versucht worden, bisher aber keine so gelungen, dass sie dem Zwecke vollkommen entsprochen hätten, ohne die Combustion im Feuerherde durch gehemmten Luftzug zu beeinträchtigen.

Die achträderigen Wagen sind rücksichtlich des Gestelles nach demselben Principe der Locomotive mit dem beweglichen vierräderigen Untergestelle eingerichtet. Nur sind bei den Wagen der beweglichen Untergestelle mit vier Rädern immer zwei; die Verbindung aber des Haupt-Rahmens mit den zwei Untergestellen ist, wie bei den Locomotiven, mittelst eines beweglichen Zapfens bewirkt.

Taf. XVIII. Tafel XVIII. bietet die Zeichnung eines achträderigen Personen-Wagens zu 72 Sitzen nach der im Jahre 1840 auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn üblichen Construction dar.

Ein solcher Wagen ist, Fig. 1, 2 und 3, im Innern 36 Fuss lang, 7 Fuss breit und 5 Fuss 11 Zoll hoch; die Platformen *AA*, Fig. 3 sind 3 Fuss breit, und sind mit einem Geländer versehen, man steigt auf die Platformen mittelst der Tritte, *gg* um zu den auf denselben sich befindenden Eingangsthüren zu gelangen, welche mittelst des durch die ganze Länge des Wagens laufenden 14 Zoll breiten Ganges mit einander in Verbindung stehen. Die Form der zwei vierräderigen Untergestelle, deren Verbindung mit dem Wagenkasten und mit dem Wagen-Rahmen, dann die Art der Befestigung des Letzten sind aus Fig. 1, 2 und 4 ersichtlich; die Räder haben $2\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser und sind von Schalenguss; die beweglichen Untergestelle haben keinen besonderen Rahmen, wie es gewöhnlich der Fall ist, sondern es wird der parallele Gang der Achsen bloss durch eine Verbindung ihrer Lager mittelst

der Stange *de* bewerkstelliget. Auf jedes Lager *d* und estützt sich das Ende einer grossen Tragfeder dergestalt, dass es frei gleiten kann und in einem Schuhe, den der obere Theil des Lagers aufnimmt, seine horizontale Leitung hat. Das Band einer jeden Feder *f* ist mit einem Träger verbunden, welcher das Ende des Querbaumes *ff* Fig. 4 aufnimmt, der in drei Stützpunkten, nemlich im Centrum *C* und in zwei gewölbten eisernen Trägern *a* und *b* die halbe Last des Wagens trägt. Die halbrund gewölbten Träger *a* und *b* können sich nach den Krümmungen der Bahn um das Centrum *c* hin und her bewegen, welches Letztere, durch den Zapfen und eine Scheibe die Verbindung mit dem Wagenkasten bildet.

Die Wagen sind mit zwei Bremsen versehen; jedes Untergestell hat nemlich eine Bremse für sich, sie besteht in einer Hebel-Vorrichtung *abc*, Fig. 1, welche an der Plattform angebracht und mit einer Querstange, an deren Enden die Bremsen *c* befestiget sind, verbunden ist. Wenn die verticale Bremsstange ihrer eigenen Schwere frei überlassen, und der Conducteur mit dem Fuss auf die Querstange tritt, so streckt sich das ganze Knie-Gelenk-System und presst alle vier Radbremsen *c* zugleich gegen die Radreife an, wodurch die Hemmung hervorgebracht wird, und wenn die verticale Stange an der Plattform wieder in die frühere Höhe aufgehoben wird, so treten auch die Radbremsen wieder zurück, und die Räder in den Normal-Zustand ein.

Die achträderigen Wagen sind rücksichtlich des Gestelles nach demselben Principe der Locomotive mit dem beweglichen vierräderigen Untergestelle eingerichtet. Nur sind bei den Wagen der beweglichen Untergestelle mit vier Rädern immer zwei; die Verbindung aber des Haupt-Rahmens mit den zwei Untergestellen ist, wie bei den Locomotiven, mittelst eines beweglichen Zapfens bewirkt.

Taf. XVIII. Tafel XVIII. bietet die Zeichnung eines achträderigen Personen-Wagens zu 72 Sitzen nach der im Jahre 1840 auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn üblichen Construction dar.

Ein solcher Wagen ist, Fig. 1, 2 und 3, im Innern 36 Fuss lang, 7 Fuss breit und 5 Fuss 11 Zoll hoch; die Platformen *AA*, Fig. 3 sind 3 Fuss breit, und sind mit einem Geländer versehen, man steigt auf die Platformen mittelst der Tritte, *gg* um zu den auf denselben sich befindenden Eingangsthüren zu gelangen, welche mittelst des durch die ganze Länge des Wagens laufenden 14 Zoll breiten Ganges mit einander in Verbindung stehen. Die Form der zwei vierräderigen Untergestelle, deren Verbindung mit dem Wagenkasten und mit dem Wagen-Rahmen, dann die Art der Befestigung des Letzten sind aus Fig. 1, 2 und 4 ersichtlich; die Räder haben $2\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser und sind von Schalenguss; die beweglichen Untergestelle haben keinen besonderen Rahmen, wie es gewöhnlich der Fall ist, sondern es wird der parallele Gang der Achsen bloss durch eine Verbindung ihrer Lager mittelst

der Stange *de* bewerkstelliget. Auf jedes Lager *d* und estützt sich das Ende einer grossen Tragfeder dergestalt, dass es frei gleiten kann und in einem Schuhe, den der obere Theil des Lagers aufnimmt, seine horizontale Leitung hat. Das Band einer jeden Feder *f* ist mit einem Träger verbunden, welcher das Ende des Querbaumes *ff* Fig. 4 aufnimmt, der in drei Stützpunkten, nemlich im Centrum *C* und in zwei gewölbten eisernen Trägern *a* und *b* die halbe Last des Wagens trägt. Die halbrund gewölbten Träger *a* und *b* können sich nach den Krümmungen der Bahn um das Centrum *c* hin und her bewegen, welches Letztere, durch den Zapfen und eine Scheibe die Verbindung mit dem Wagenkasten bildet.

Die Wagen sind mit zwei Bremsen versehen; jedes Untergestell hat nemlich eine Bremse für sich, sie besteht in einer Hebel-Vorrichtung *abc*, Fig. 1, welche an der Plattform angebracht und mit einer Querstange, an deren Enden die Bremsen *c* befestiget sind, verbunden ist. Wenn die verticale Bremsstange ihrer eigenen Schwere frei überlassen, und der Conducteur mit dem Fuss auf die Querstange tritt, so streckt sich das ganze Knie-Gelenk-System und presst alle vier Radbremsen *c* zugleich gegen die Radreife an, wodurch die Hemmung hervorgebracht wird, und wenn die verticale Stange an der Plattform wieder in die frühere Höhe aufgehoben wird, so treten auch die Radbremsen wieder zurück, und die Räder in den Normal-Zustand ein.

Die Sitze sind 14 Zoll und die Zwischenräume 11 Zollbreit, und zu je zwei Personen berechnet, die Lehnen *AB* Fig. 5 und 6 sind für beide Sitze getheilt und drehbar eingerichtet, so dass jeder Sitzende dieselben nach seiner Bequemlichkeit stellen kann, und zwei auf einem und demselben Platze sich befindende Personen einander gegenüber sitzen können, wenn sie wollen.

Diese ist eine ganz neue Einrichtung, die gewöhnlichen Sitze in andern Wagen haben nur eine Lehne *C*, Fig. 7, 8 und 9, die jedoch immer zum Drehen eingerichtet ist.

Die achträderigen Personen-Wagen auf den amerikanischen Eisenbahnen haben sämmtliche die Form und das Princip der Construction unter sich gemein, sind aber in der Grösse und innern Einrichtung oft schon auf einer und derselben Bahn verschieden. Die Länge, einschliesslich beider Plattformen, wechselt zwischen 28 und 54 Fuss, die Anzahl der innern Plätze zwischen 48 und 80. In der Regel setzt der Gang durch die ganze Länge des Wagens die zwei Thüren unter sich in Verbindung, es gibt auf einigen Bahnen Wagen, die eine gesonderte Abtheilung ausschliesslich für das weibliche Geschlecht haben. Die Abtheilung befindet sich an einem Ende des Wagens, bildet eine Stube, wo die Sitze an der Wand rings umher wie ein Divan angebracht sind und hat die Eingangsthür von Innen mit der Aufschrift: *Ladies dressing Room*, oder nur *Ladies Room*, eine Warnung gegen den

Zutritt der Männer. Es gibt Wagen mit einer Kammer für das Gepäck, Andere mit einer Stube für die Briefpost (Mail), noch Andere, die für die Beheizung mit einem eisenen Ofen eingerichtet sind. In den Plätzen findet meistens kein Unterschied der Classe Statt; auf einigen Bahnen aber wie z. B. von Boston nach Providence, von Providence nach Stanington, von Albany nach Scheneetady gibt es auch Plätze zweiter Classe, die jedoch meistens von Dienstboten und von Negern benützt werden. Auf der Harlem-Eisenbahn, die von der Stadt New-York nach Harlem führt, sitzen die zweite Classe Passagiere auf dem Dach des Wagens, welches zu diesem Ende mit einem Brust-Geländer versehen und mit Sitzen besetzt ist.

Mit dem Personen-Train gehet in der Regel ein Gepäckwagen, bisweilen gehen auch deren zwei mit. Diese Gepäckwagen bestehen oft aus einem Gestelle mit Boden ohne Kasten, und erst auf dem Boden werden kleine Gepäckkarren aufgestellt, diese sind vierräderig, haben einen ganz geschlossenen 7 Fuss langen $6\frac{1}{2}$ Fuss breiten und 5 Fuss hohen Kasten, wo das Gepäck aufgehoben wird. Auf einen Bahnwagen werden zwei von diesen kleinen Gepäckwagen geladen, und es trifft in der Regel einen davon jeder Hauptstation; kommt der Train in der Station an, so wird der Gepäckwagen, der den Namen der Station trägt, abgeladen und bleibt mit den betreffenden Passagieren zurück: eine Einrichtung, die sehr zweckmässig, oft auch für jene

Bahnlinien nothwendig ist, wo die Bahn von grossen Flüssen oder Seen unterbrochen und die Verbindung mittelst hierzu bestimmter Überführungsboote (Ferry) erhalten wird, denn mit dem Gepäck können jedesmal die kleinen Gepäckwagen mit übers Wasser genommen werden. Diese Einrichtung kommt am vollständigsten auf der Eisenbahn von Stanington über Providence nach Boston vor.

Die Lastwagen der Baltimore-Ohio-Eisenbahn sind sämmtlich gedeckt und von allen Seiten geschlossen; bei der neuesten Construction ruhet der Wagenkasten, wie bei den Personen-Wagen, auf vier Tragfedern, die Entfernung der Untergestelle beträgt von Mitte zu Mitte 16½ Fuss, die ganze Länge des Wagens 27 Fuss 4 Zoll, die Breite 7 Fuss 9 Zoll, die Höhe 6 Fuss.

Die Netto-Ladung wird im Durchschnitte zu 5½ bis 6 Tonnen für jeden Wagen, das Gewicht des Wagens selbst zu 4½ Tonnen, und jenes eines Personen-Wagens grösserer Cathegorie zu 60 Plätzen, zu 6 Tonnen angenommen.

Es ist im III. und VI. Abschnitte bemerkt worden, dass im Winter der Schnee oft eine Erschwerniss für den Betrieb der Bahnen verursacht, dass aber dessen ungeachtet der Betrieb fortgeführt wird, da in jenen Gegenden, wo im Winter die sonst schiffbaren Flüsse und Kanäle zufrieren, und dadurch die Wasserstrassen unterbrochen werden, der ganze Verkehr auf die Eisenbahnen angewiesen bleibt, daher die Communication auf denselben fort

erhalten und möglichst erleichtert werden muss. Den Verschneiungen ist auch die Baltimore-Ohio-Eisenbahn ausgesetzt, und das Erschwerniss ist oft gross genug, um zur Eröffnung und Erhaltung der Bahn im fahrbaren Zustande aussergewöhnliche Vorkehrungen nöthig zu machen. Für mässige Verschneiungen wird auf den amerikanischen Eisenbahnen ein sehr einfacher Bahnräumer angewendet, der auf einer Achse und zwei Rädern ruht, zugleich an der Locomotive befestigt wird, und von dieser geleitet dem Wagenzug die Räumung der Bahn vorarbeitet. Für grössere Verschneiungen und Schneewehen wurde aber auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn eine eigene Räumungs-Maschine eingeführt, deren Constructions-Art aus Taf. XIX. ersichtlich ist.

Die Maschine bildet einen achträderigen Wagen für sich, an welchem durch eine ganz gewöhnliche Kupplungs-Vorrichtung und zwei Ketten, Taf. XIX. Fig. 1 und 4, eine, zwei oder auch mehrere Locomotive hinter einander angehängt werden, um die Räumungs-Maschine vorzuschieben. Den vordersten Theil der Maschine bildet ein Schaufler *AB*, Fig. 1, 2 und 3, welcher vorne die Höhe von 2, hinten von 2 $\frac{3}{4}$ Fuss über den Rails hat, und der die Ausschauflung des Schnees vorarbeitet. An beiden Seiten der Maschine und in Verbindung mit beiden Untergestellen des Wagens sind zwei Flügel *CD*, *CD* Fig. 1 und 2, welche den vorher von dem Schaufler *AB* Fig. 2, gebahnten Weg seitwärts Taf. XIX.

und zwar dadurch erweitern, dass dieselben jetzt den schon vom Schaufler locker gemachten Schnee rechts und links hinwegschaffen. Auf der Plattform des Wagens befinden sich Arbeiter, welche während des langsamen Vorwärtsfahrens der Maschine, mittelst des grossen Hebels *ab* den grossen Schaufler steuern, während andere Arbeiter durch vier Handhebel zugleich eben so viele Kratzschaufeln in Thätigkeit erhalten, um die etwa an den Rails fest anhaftende Schnee- oder Eiskruste abzukratzen, um das Geleise vollständig zu säubern; diese vier Kratz-Vorrichtungen sind zwei vorne und zwei hinten angebracht und aus Fig. 1, 2, 3 und 4 ersichtlich. Aus dieser kurzen Beschreibung geht hervor, dass die Maschine in einer und derselben Fahrt fünf verschiedene Arbeiten zugleich verrichtet, indem zuerst der grosse Schaufler vorarbeitet (s. Fig. 1), unmittelbar hinter demselben der vorderste Kratzschaufler, dann der vorderste Seitenflügel, nach diesem der hinterste, und zuletzt der hinterste Kratzschaufler nacharbeitet, so dass jede Bahnstelle fünfmal hinter einander gesäubert wird. Diese Maschine hat in den schwierigsten Fällen mit dem besten Erfolge gewirkt. Das Erschwerniss durch Schnee war bisweilen so gross, dass, um den Widerstand doch zu überwinden, den Weg zu bahnen und die Rails zu säubern, drei bis vier Locomotive, und zwar sämmtlich der Maschine hinter einander nachgehängt, zusammen wirken muss-

ten. Die Fahrten sollen jedoch niemals eingestellt worden sein.

Obwohl die Gesellschaft durch viele Versuche und durch die Einführung aller jener Verbesserungen, die eine lange Erfahrung an die Hand gegeben hat, mit ihren Betriebsmitteln zu einer befriedigenden Vereinfachung und Zweckmässigkeit gelangt ist, so ist sie doch noch immer in dem Streben nach einer weitern Vervollkommnung unermüdlich. Bei der Verfertigung neuer Wagen arbeitete man im Jahre 1842 dahin, das Gewicht derselben, insbesondere jenes der Personen-Wagen zu vermindern, und man hatte Hoffnung, dasselbe auf weniger als fünf Tonnen zu reduciren, ohne sich jedoch von der so beliebten achträderigen Construction zu entfernen. Leichteres Durchlaufen der Krümmungen, grösserer Widerstand gegen das Herausspringen aus dem Geleise, selbst wenn die Locomotive dasselbe verlässt, mindere Gefahr bei dem allfälligen Bruche einer Achse; leichtere Beaufsichtigung durch die Zugführer und eine verhältnissmässig geringere Anzahl von Kuppelungen, sind Vorzüge, welche unstreitig den achträderigen Wagen ihre Grösse und die eigentliche Anordnung ihrer Untergestelle verleihen. Denkt man sich ausgedehnte Eisenbahnlinien, so wird man erst den Werth dieser, das Umständliche des Bahnbetriebes vermindernden Vor-

theile, nach einem grössern Massstabe ermessen können*).

Es ist im I. und II. Abschnitte des Umstandes erwähnt worden, dass ursprünglich die Baltimore-Ohio-Eisenbahn für den Betrieb mit Pferdekraft angelegt, dass man sich auch wirklich durch einige Jahre nur dieses Fortschaffungs-Mittels bediente, und dass die Locomotivkraft erst im Jahre 1839 auf die ganze Linie ausgedehnt wurde und ausschliesslich den Dienst des ganzen Betriebes versah. Dieser und der weitere Umstand, dass zu obigem Zwecke bald diese und bald jene Umgestaltung des Bahn-Unterbaues, die Auswechslung bedeutender Strecken des Oberbaues, die Anschaffung von neu eingeführten Betriebsmitteln u. a. vorgenommen werden mussten, setzten die Gesellschaft in die Nothwendigkeit die Einnahme des Betriebes zum Theile zur Bestreitung der Kosten neuer Anlagen zu verwenden, so dass einerseits die Dividende nur gering ausfallen, anderseits noch keine bestimmte Ausscheidung der Betriebs-Auslagen, von den zum Theile mit denselben gemengten Bau- und Anschaffungskosten bis zum Jahre 1839, Statt

*) Der Verfasser verdankt der Gefälligkeit des Hrn. Ober-Ingenieur Latrobe, des Hrn. James Murray, Directors der mechanischen Werkstätte der Gesellschaft, und des Johann Nirnsee, eines bei jener Unternehmung angestellten Technikers (aus Österreich) manche Zeichnungen und Auskünfte, über die in dieser Schrift erörterten Einrichtungen.

finden konnte. Hieraus scheint zu folgern, dass die Resultate des Betriebes, wenigstens für jene Betriebs-Periode, durch welche die Bahn nur streckenweise im Betriebe, sonst aber im Bau begriffen sich befand, und auf den eröffneten Strecken, Pferde- und Locomotivkraft zugleich den Dienst versahen, keine richtigen Anhaltspunkte über das Verhältniss der jährlichen Betriebs-Auslagen zu der Brutto-Einnahme liefern können; wesshalb für diese Periode hier die Resultate des Betriebes nicht, Jene vom Jahre 1835 bis Ende des Jahres 1837 nur summarisch, jene aber vom Jahre 1837 bis Ende des Jahres 1841 *), ins Detail zergliedert berücksichtigt werden. Diese sind meistens aus den periodischen Berichten der Gesellschaft entnommen und nur zum Theile an Ort und Stelle erhoben worden, beziehen sich aber auf die ganze Strecke von Baltimore bis Harpers-Ferry und die Flügelbahn nach Frederick, in der gesammten Länge von 84½ Meilen. Rücksichtlich der Bahn-Anlage beziehen sich aber die nachstehenden Resultate der Anlagskosten auch auf die weitere Strecke von Harpers-Ferry bis Cumberland in der berichtigten Länge von 96½ Meilen.

---

*) Als der Verfasser in Nordamerika sich befand, war der ökonomische Bericht vom Jahre 1842 noch nicht erschienen, die Resultate des Betriebs der letzten Periode sollen aber günstiger als alle frühern ausgefallen sein.

Die achträderigen Wagen sind rücksichtlich des Gestelles nach demselben Principe der Locomotive mit dem beweglichen vierräderigen Untergestelle eingerichtet. Nur sind bei den Wagen der beweglichen Untergestelle mit vier Rädern immer zwei; die Verbindung aber des Haupt-Rahmens mit den zwei Untergestellen ist, wie bei den Locomotiven, mittelst eines beweglichen Zapfens bewirkt.

Tf. XVIII. Tafel XVIII. bietet die Zeichnung eines achträderigen Personen-Wagens zu 72 Sitzen nach der im Jahre 1840 auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn üblichen Construction dar.

Ein solcher Wagen ist, Fig. 1, 2 und 3, im Innern 36 Fuss lang, 7 Fuss breit und 5 Fuss 11 Zoll hoch; die Platformen *AA*, Fig. 3 sind 3 Fuss breit, und sind mit einem Geländer versehen, man steigt auf die Platformen mittelst der Tritte, *gg* um zu den auf denselben sich befindenden Eingangsthüren zu gelangen, welche mittelst des durch die ganze Länge des Wagens laufenden 14 Zoll breiten Ganges mit einander in Verbindung stehen. Die Form der zwei vierräderigen Untergestelle, deren Verbindung mit dem Wagenkasten und mit dem Wagen-Rahmen, dann die Art der Befestigung des Letzten sind aus Fig. 1, 2 und 4 ersichtlich; die Räder haben $2\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser und sind von Schalenguss; die beweglichen Untergestelle haben keinen besonderen Rahmen, wie es gewöhnlich der Fall ist, sondern es wird der parallele Gang der Achsen bloss durch eine Verbindung ihrer Lager mittelst

der Stange *de* bewerkstelliget. Auf jedes Lager *d* und *e* stützt sich das Ende einer grossen Tragfeder dergestalt, dass es frei gleiten kann und in einem Schuhe, den der obere Theil des Lagers aufnimmt, seine horizontale Leitung hat. Das Band einer jeden Feder *f* ist mit einem Träger verbunden, welcher das Ende des Querbaumes *ff* Fig. 4 aufnimmt, der in drei Stützpunkten, nemlich im Centrum *C* und in zwei gewölbten eisernen Trägern *a* und *b* die halbe Last des Wagens trägt. Die halbrund gewölbten Träger *a* und *b* können sich nach den Krümmungen der Bahn um das Centrum *c* hin und her bewegen, welches Letztere, durch den Zapfen und eine Scheibe die Verbindung mit dem Wagenkasten bildet.

Die Wagen sind mit zwei Bremsen versehen; jedes Untergestell hat nemlich eine Bremse für sich, sie besteht in einer Hebel-Vorrichtung *abc*, Fig. 1, welche an der Plattform angebracht und mit einer Querstange, an deren Enden die Bremsen *c* befestiget sind, verbunden ist. Wenn die verticale Bremsstange ihrer eigenen Schwere frei überlassen, und der Conducteur mit dem Fuss auf die Querstange tritt, so streckt sich das ganze Knie-Gelenk-System und presst alle vier Radbremsen *c* zugleich gegen die Radreife an, wodurch die Hemmung hervorgebracht wird, und wenn die verticale Stange an der Plattform wieder in die frühere Höhe aufgehoben wird, so treten auch die Radbremsen wieder zurück, und die Räder in den Normal-Zustand ein.

Wenn man erwägt, dass auch die Strecke zwischen Harpers-Ferry und Cumberland ein fast durchgehends schwieriges Terrain durchziehet, (S. I. und IV. Abschnitt); und dass die Baumaterialien nicht billiger, die Arbeits-Löhnungen aber weit höher sind, als es auf unserm Continente der Fall ist*), so muss man die Anlagskosten der nach einem geregelten Systeme gebauten Strecke westlich von Harpers-Ferry, selbst dann als sehr billig ansehen, wenn durchschnittlich die Meile Bahn auf 40,000 Dollars zu stehen käme. Diess ist, wie oft bemerkt wurde, zunächst einer zweckmässigen Tracirung der Bahnlinie, dann einer spärlichen und wohlberechneten Anwendung von Kunstobjecten zu verdanken. Die Gesellschaft hat nach der gänzlichen Vollendung und Verbesserung der Bahnstrecke von Baltimore bis Harpers-Ferry, das Anlags-Capital — *Stock* — dieser Strecke auf 4,000,000 Dollars festgesetzt, und den Mehrbetrag der Anlagskosten aus der Einnahme des Betriebes gedeckt. Laut des Rechnungs-Abschlusses der Company, war der ökonomische Stand der Unternehmung bis Ende des Verwaltungs-Jahres 1841 folgender:

*) In Nordamerika erhält ein Zimmermann 2 Dollars, ein Maurer 2½ Dollars, ein Handlanger 1 Dollars täglich. In diesem Verhältnisse sind noch die übrigen Professionisten, die Mechaniker und die Ingenieure bezahlt.

n a h m e n

	nelle	Betrag in Dollars
Cap	es Anlags-Capitals für	
Bah	ton	1,000,000
Imm	 4,000,000	
Loc	. . . . 257.50	
		3,999,742.50
Erg	. . . . .	1,408,051.33
	bahn	126,640.14
Hie	it-Actien, auf Rechnung	
	. . . . .	219,148.00
	. . . . .	3.948.36
Bei	. . . . .	2,219.979.69
	en des Staates Maryland	3,200,000.00
Zin	. . . . .	2,588.79
An	. . . . .	6,916.97
An	. . . . . 392,948.23	
Aus	. . . . . 319,705.68	
		73,242.55
Cas		
Cas		
		12,260,258.33

lars, wovon bereits auf die Flügelbahn nach W s verwendet waren. Gegenwärtig dürfte das fü tragen.

...s bis Ende des Jahres 1841.

			Einnahme	
	Bureau-Auslagen	Gesammtes	Brutto-	Netto-
vor	10,114.59	501,391.91	503,319.22	81,926.31
im	7,783.05	271,581.09	365,224.32	93,643.23
»	7,001.15	293,843.68	407,347.50	103,503.82
»	.....	301.793.01	432,412.05	130,619.04
»	10,966.35	261,239.01	391,069.87	129,830.88

Als Hauptmomente des Banhbetriebes werden nun folgende Ergebnisse beigefügt.

Vom Jahre 1830 bis 1835 war die Bahn von Baltimore gegen Harpers-Ferry nur streckenweise eröffnet, und der Betrieb auf der ganzen Strecke, und zwar durchaus mit Pferdekraft, ging erst am Ende des Jahres 1835 an.

Bis zu dieser Epoche wurden jährliche Dividende auf die eingezahlten Actienbeträge ausgezahlt; im Durchschnitte betrugen diese Dividende $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ pCt. Vom Jahre 1836 bis inclusive 1839 wurden keine Dividende vertheilt, sondern es wurden die eingenommenen Gelder zur theilweisen Bestreitung der Auslagen für die inzwischen vorgenommenen Bau-Verbesserungen und Umgestaltung des Betriebsmittels, zum Theile auch zur Deckung der Schulden verwendet.

Im Jahre 1840 waren bereits die Auswechslungen des Oberbaues, die Umbauung der Strecke an der Parrs spring ridge, die Einführung der Locomotiv-Kraft auf der ganzen Strecke von der Station Mount-Clair bei Baltimore bis Harpers-Ferry völlig ausgeführt, und die Vertheilung der Dividende wieder in Gang gesetzt. Diese betrug 2 pCt. pr. Actie auf den in demselben Jahre für die Strecke von Baltimore bis Harpers-Ferry, festgesetzten nominellen Betrag des Actien-Stamm-Capitals von 4,000,000. Für den Betrieb der 2 Meilen langen Strecke vom Mittelpunkte der Stadt Baltimore bis

zur Station Mount-Clair, besass die Gesellschaft 50 Pferde.

Im Jahre 1841 trat durch Änderungen in den Verkehrs-Verhältnissen eine Lauigkeit in dem Güter-Transport ein. Es wurden nemlich 136,831 Fässer Mehl weniger transportirt, als im Jahre 1840, und dennoch blieb sich die gesammte Netto-Einnahme fast gleich, weil die Betriebs-Auslagen, namentlich die Unterhaltungs-Kosten, sich bedeutend vermindert haben. Hierdurch wäre die Gesellschaft in der Lage gewesen auf das Stamm-Capital fast 3½ pCt. Dividende auszuzahlen. Allein der Mayor der Stadt Baltimore sprach die Theilnahme an die Dividende für das bereits von der Stadt eingezahlte Actien-Kapital von 2,500,000 Dollars an, und so musste das Netto-Erträgniss in Dividende zu 2 pCt. für das Capital von 6,500,000 Dollars vertheilt werden. Bei der Rechnungs-Legung desselben Jahres ist besonders des Umstandes erwähnt, dass die Verminderung der Erhaltungskosten zunächst der Auswechslung des Oberbaues zu verdanken sei, da die Erhaltung des Geleises aus hochkantigen Rails ohne Material 180 Dollars pr. Meile, jene des Geleises mit Flachschienen aber 325 Dollars für neues Material, und 399 Dollars für Bearbeitung pr. Meile in Anspruch nahm.

Im Jahre 1842 (im Sommer) gingen täglich drei Lastzüge nach Fredrik und Harpers-Ferry, mit drei Personen-Trains nach Elk-Ridge, zwei nach Fredrik und nur ein nach Harpers-Ferry und um-

gekehrt. Der Fahrpreis für die ganze Fahrt von Baltimore nach Harpers-Ferry (81 Meilen) war 3.50 Dollars pr. Person, und 6.50 pr. Tonne Fracht. In der Richtung von Westen nach Osten bildet aber das Mehl beim Güter-Transport das Haupt-Geschäft, und gerade für diesen Artikel hat die Legislatur Marylands den Frachtpreis auf 4 Cts. pr. Tonne und pr. Meile beschränkt. Im Jahre 1838 kamen der Hauptbahn 264,033 Fässer Mehl zu 216 Pfd. pr. Fass zum Transporte zu, und in eben demselben Jahre bewies die Gesellschaft, dass die Transportkosten etwas weniger als 6 Cts. pr. Tonne und Meile betrugen und dass sie daher einen Verlust von nahe 2 Cts. pr. Tonne und Meile in diesem Artikel hatte, und dennoch erhielt sie vom Staate keine Erhöhung des Tariffs, wiewohl er selbst dabei betheiligt ist. Der Grund hierfür ist in dem Umstand zu suchen, dass ohne diese Erleichterung für den Verkehr, der Handel eine andere Richtung nehmen könnte und das Mehl zu Baltimore vertheuern würde. Aber ungeachtet dieser Einschränkung sind die Geschäfte und die Dividende der Gesellschaft im Zunehmen begriffen.

VIII. ABSCHNITT.

Vergleichende Berechnung der Locomotive- und Pferdekraft.

HILFS-LOCOMOTIVE.

Bei mässigen Steigungen, und bei übrigens gleichen Umständen, gewähren die Eisenbahnen mit Pferdekraft betrieben, rücksichtlich des Nutz-Effectes, einen grossen Vortheil über die gewöhnlichen Kunsstrassen (Chaussées). Das Maximum des Vortheiles Ersterer über Letztere findet bei horizontalen Strecken Statt. Der Unterschied zu Gunsten der Eisenbahnen entspringt aus der mechanischen Grösse der Reibung der Wagenachsen in den Büchsen und des Fuhrwerkes selbst auf dem Geleise; da die gesammte Reibung auf horizontalen und geradlinigen Strecken für die Eisenbahnen $\frac{1}{280}$, für die bekieselten Strassen aber $\frac{1}{33.3}$ der Last beträgt*). Mit dem Zunehmen der Steigung nimmt

*) Vergl. Pambour zweite amerikanische Ausgabe, Seite 253, 254. — Aus den durch Telford gemachten Versuchen ergab sich

dieser Vortheil ab, weil der Widerstand der Schwerkraft hinzukommt, welche sich für beide Weg-Gattungen gleich bleibt; bis es endlich eine gewisse Grenze gibt, wo bei übrigens gleichen Umständen, schon das Mehr-Erforderniss an Capitalzins und Erhaltungskosten der Eisenbahn über die Strasse, der Ersparung an Kraftaufwand bei dem Betriebe der Erstern gegen Jenen der Letztern das Gleichgewicht hält. Diese Grenze lässt sich in allen Fällen ausmitteln, und darf schon aus öconomischer Rücksicht nicht überschritten werden.

Tredgold schätzt den grössten Nutzeffect eines Pferdes mittlerer Stärke zu 187.5 Pf. Zugkraft bei Fortschaffung einer Last, bei der Entwicklung einer Geschwindigkeit von 2.50 Fuss pr. Secunde, und durch 8 Arbeitsstunden täglich. Die Quantität der Bewegung oder der Nutzeffect selbst in einer Secunde, wäre also durch $187{,}5 \times 2.50$ repräsentirt. Dieses Ergebniss gleicht jenem zur Hebung von 7.5 Cub. Fuss Wasser, mit der verticalen Geschwindigkeit von 1 Fuss pr. Secunde erforderlichen Kraftaufwande *).

---

der mittlere Widerstand gegen die Fortschaffung gewöhnlichen Fuhrwerks von 67 Pf. pr. Tonne, Brutto-Last. Diese Versuche sind auch von Alexander Gordon *Esq. A Treatise upon Elemental Locomotion etc. London* 1834, und früher von *Fiz Henry Parnell. A Treatise on Roads etc. London* 1833, mitgetheilt worden.

*) *Tredegold on the Strength of east iron etc. and experimental researches by E. Hodgkinson etc. London, John Waale* 1842.

Indessen, um der alltäglichen Erfahrung näher zu kommen, nimmt Tredgold selbst den praktisch grössten Nutzeffect der Wirkung eines Pferdes mittlerer Stärke zu 126 Pf. bei $2\frac{1}{2}$ Meilen Geschwindigkeit pr. Stunde und durch 8 Stunden täglicher Arbeit an. Auf Grundlage der auf einigen Pferd-Bahnen Englands gemachten Erfahrungen schätzt Wood den grössten Nutzeffect auf 112 Pf. bei einer Geschwindigkeit von 2 Meilen pr. Stunde, und einer täglichen Arbeit von 10 Stunden*). Nach Professor Leslie ist aber bei der Geschwindigkeit g die Kraft-Anstrengung des Pferdes durch die Formel $(12-g)^2$ ausgedrückt; hierbei ist für das Maximum des Nutzeffectes $g=4$ Meilen pr. Stunde, $(12-g)^2=64$ Pf., und dieses Ergebniss scheint zu einem Vergleiche der Pferde- mit der Locomotiv-Kraft für die Personen-Beförderung das angemessenste.

Wenn nun bei gegebenen Steigungen auf den Widerstand der Schwerkraft Rücksicht genommen wird, dessen Grösse bei einer Brutto-Ladung B in Tonnen und bei dem Neigungs-Verhältniss n, durch $B.n$ ausgedrückt ist, so hat man die erfor-

*) Für gewöhnliche Strassen und für den Fracht-Transport ist die Annahme von Wood praktisch und anwendbar; für Eisenbahnen aber und insbesondere für die Personen-Beförderung ist die Geschwindigkeit von 2 Meilen pr. Stunde gar nicht angemessen, hingegen scheint die Formel von Professor Leslie zu einer praktischen Anwendung mehr geeignet.

derliche Pferdekraft, d. i. die zur Fortschaffung der Last B erforderliche Anzahl Pferde für Eisenbahnen $= \frac{B}{p}(n+8)$ für Chausséen $= \frac{B}{p}(n+66.8)$, wobei p die Zugkraft des Pferdes bezeichnet.

Setzt man die Brutto-Last für Güter gleich jener eines beladenen achträderigen Wagens von $10\frac{1}{2}$ Tonnen, und für Personen gleich Jener eines fast ganz besetzten achträderigen Personen-Wagens von 9.5 Tonnen, und für $\frac{B}{p}$ beziehungsweise die Werthe $\frac{10.5}{112}$, $\frac{9.5}{64}$, so erhält man mit Rücksicht auf das zu $\frac{1}{2}$ Tonne anzunehmende Gewicht des Pferdes, folgende Übersicht:

Steigungs-Verhältniss	Krafterforderniss in Pferde für den Güter-Transport (2 Meilen) nach Wood		Krafterforderniss in Pferde für d. Personen-Beförderung (3 Meilen) nach Leslie		Verhältniss des Krafterforderni-sses zwischen Eisenbahnen und Chaussées.
	auf der Eisenbahn $\frac{10.5}{112}(n+8)$	auf der Chaussée $\frac{10.5}{112}(n+66.8)$	auf der Eisenbahn $\frac{9.5}{64}(n+7)$	auf der Chaussée $\frac{9.5}{64}(n+66.8)$	
0	0.75	6.00	1.20	9.60	1:8.0
1/500	1.25	7.00	2.00	11.20	1:5.6
1/250	1.75	7.50	2.80	12.00	1:4.3
1/200	2.00	7.75	3.00	12.20	1:4.1
1/135	2.50 *)	8 25	**) 4.00	13.20	1:3.3
1/100	3.00	9.00	4.80	14.40	1:3.0
1/80	3.50	9.25	5.60	14.80	1:2.6
1/75	3.75	9.75	6.00	15.60	1:2 6
1/64	4.25	10.00	6.70	15.90	1:2.4
1/55	4.75	10.50	7.60	16.80	1:2.2
1/50	**) 5.00	11.00 ***)	8.00	17.60	1:2.2
1/30	**) 8.00	14.00	12.80	22.40	1:1.75
1/25	9.50	15.25	15.20	24.40	1:1.6
1/0	11.75	17.50	18.80	28.00	1:1.50

*) Dieses Ergebniss ist durch die alltägliche Erfahrung auf der Little Schuylkill Pferde-Bahn in Pennsylvanien bestätiget.

**) Mit vieler Annäherung entsprechen diese Resultate jenen der Baltimore-Ohio-Eisenbahn und anderer Bahnen.

***) Der Verfasser erhielt fast dieselben Resultate aus jenen auf der Chaussée über den Semmering zwischen Wien und Gratz angestellten Beobachtungen

Die Resultate dieser Übersicht zeigen, dass während bei horizontalen Strecken das Erforderniss an Triebkraft auf Eisenbahnen, erst $\frac{1}{8}$ jenes auf Chaussées beträgt; es bei Steigungen von 1 zu 100 schon auf $\frac{1}{3}$; bei Steigungen aber von 1 zu 30 bereits auf $\frac{4}{7}$ und bei Steigungen vom 5 zu 100 sogar auf $\frac{2}{3}$ der auf der Chaussée erforderlichen bewegenden Kraft sich steigert. Da nun bei Eisenbahnen die Anlagskosten ungleich höher sind als bei Chaussées, da ferner die Erhaltungskosten für Erstere aus den im II. Abschnitte angeführten Ursachen kaum günstiger als jene Letzterer ausfallen dürften, so wird problematisch, ob bei starken Steigungen die Eisenbahnen durch die Ersparung an Zugkraft jene Überlegenheit über die Chaussées behaupten können, die man aus der Anwendung der Schienenwege überhaupt zu erwarten berechtigt ist, zumal beim lang anhaltenden Ansteigen, selbst durch Verminderung der Last nicht auf eine angemessene Erhöhung der Geschwindigkeit gerechnet werden kann, wie solche immerhin bei der Personen-Beförderung wünschenswerth ist. Beim Hinabfahren werden aber die stärkeren Gefälle besonders bei einem schlüpferigen Zustande der Schienen, oder beim Glatteis bedenklich, da bisweilen die Wirkung der Bremse nicht zureicht, um das Beharrungs-Vermögen des Wagenzuges zur rechten Zeit aufzuheben, und denselben zum Stillstehen zu bringen.

Zum Vergleiche der Pferde- mit der Locomo-

tiv-Kraft benützen wir die Annahme von Leslie, wornach die Zugkraft mittelst der Formel $(12-g)^2$ angegeben ist, hierbei entspricht das Maximum des Nutz-Effectes dem Werthe $g=4$ Meilen und die tägliche Arbeit ist zu 6 Stunden angenommen.

Bei dieser Formel nimmt der Werth von $(12-g)^2$ mit dem Zunehmen des Werthes von g über 4 Meilen ab, und diess ist ein der Entwicklung der Kraft des Pferdes bei verschiedenen Geschwindigkeiten naturgemässes Ergebniss, da die Erfahrung in allen Ländern dargethan hat, dass mit der Antreibung des Pferdes zu grösseren Geschwindigkeiten, ein ungleich grösserer Verlust an Kraft und überhaupt an täglicher Leistung verbunden ist. Ungeachtet dessen können wir nur für den Frachttransport die Geschwindigkeit zu 4 Meilen annehmen, um das Maximum des Nutz-Effectes zu erhalten; für die Personen-Beförderung aber, wobei vornehmlich auf grössere Geschwindigkeit abgesehen wird, und eine solche bei Eisenbahnen fast eine unerlässliche Bedingung dieser Einrichtung geworden ist, die Geschwindigkeit im Durchschnitte wenigstens auf 6 Meilen pr. Stunde festsetzen, wogegen jedoch die tägliche Arbeit höchstens zu vier Stunden angenommen werden kann.

Hiernach ist auf horizontaler und geradliniger Eisenbahn, die Kraft-Anstrengung eines Pferdes bei dem Fracht-Transport $=(12-4)^2$ Pfd. Lei-

stungs-Fähigkeit $= 64 \times 280 = 17{,}920$ Pfd. 24 Meilen, oder 192 Tonnen Eine Meile weit fortgeschafft; und bei der Personen-Beförderung, die Kraft-Anstrengung $(12 - 6)^2$ Pfd., die Leistungs-Fähigkeit $36 \times 280 = 10{,}080$ Pfd., 24 Meilen, oder 105.5 Tonnen Eine Meile weit befördert.

In Nordamerika wird zwar auf jenen Bahnstrecken, die mit Pferden betrieben werden, mit einer grösseren, zuweilen mit einer Geschwindigkeit von 8 bis 10 Meilen pr. Stunde gefahren; allein diess findet nur auf kurzen Eisenbahnen zugleich auch nur auf mässigen Steigungen, wo die Fahrten als nicht lange anhaltend, nicht so sehr die Pferde angreifen, und dabei viel weniger Arbeitsstunden in einem Tag erfordern, Statt. Für jene langen Eisenbahn-Linien aber, welche wir zunächst vor Augen haben, für abwechselnd mässigere und stärkere Steigungen und Gefälle, überhanpt für einen Vergleich mit der Locomotiv-Kraft, bei welchem nicht die Geschwindigkeit allein, sondern die gesammte Leistungs-Fähigkeit, d. i. das mechanische Moment der Kraft des Pferdes die Haupt-Rolle spielt, scheint die Annahme von 6 Meilen durchschnittlicher Geschwindigkeit pr. Stunde für die Personen-Beförderung praktisch und angemessen.

Tredgold, Wood und noch Andere haben zu dem fraglichen Vergleiche die Geschwindigkeit des Transportes bei Benützung der Pferdekraft zu 10 Meilen pr. Stunde, hierbei die tägliche Leistung des Pferdes zu 36 bis höchstens 43.8 Tonnen Eine

Meile weit fortgeschafft, angenommen; da die gemachten Erfahrungen zeigten, dass die Geschwindigkeit von 10 Meilen pr. Stunde eine solche ausserordentliche Anstrengung des Pferdes erfordert, bei welcher es in einem Tage höchstens 13 Meilen Bahnlänge zurückzulegen im Stande ist, und dass hierbei die auf horizontaler Strecke fortgeschaffte Last 2.75 bis 3.37 Tonnen beträgt.

Diese Resultate sind auf den gewöhnlichen Strassen Englands, vielleicht auf sehr guten Strassen, und bei Geschwindigkeiten von 9 Meilen pr. Stunde, beobachtet und auf Eisenbahnen angewendet worden. Beobachtungen aber, die in dieser Absicht wirklich auf Eisenbahnen angestellt worden sind, zeugen, dass bei dem alltäglichen Dienst, wenn eine solche ausserordentliche Geschwindigkeit eintritt, die Leistung der Zugkraft ganz anders und zwar ungünstiger sich herausstellt, als es von Tredgold und noch mehr von Wood angenommen wurde *).

*) Die meisten Beobachtungen über den Umfang der Leistungen der Pferde auf Eisenbahnen hat der Verfasser auf der New-York-Harlem-Eisenbahn anzustellen Gelegenheit gehabt, da diese Eisenbahn unmittelbar vom Mittelpunkte der Stadt New-York ausgehet, wo der Verfasser selbst am längsten verweilte. Übrigens fand er, dass in England nur mit den berühmten schnellen Stage-Coaches und nur auf sehr guten und ebenen Strassen mit der Geschwindigkeit von 9 Meilen pr. Stunde gefahren wird; diese Wagen sind aber sehr leicht, haben sehr hohe Räder und sind mit 4 leichten Pferden bespannt.

Auf der New-York-Harlem-Eisenbahn, welche von dem Mittelpunkte der Stadt New-York, und zwar von der Stadt Halle, in der Nähe des durch seine Grösse wie durch seine zweckmässige Einrichtung berühmten Gasthofes Aster House ausgehet, nach Harlem führt, und die Länge von 7½ Meilen misst, wird alle Werktage der Woche theilweise, alle Sonn- und Feiertage durchgehends mit Pferden gefahren, es werden bloss Personen befördert, und der Dienst ist sehr regelmässig eingerichtet. Das Niveau der Bahn wechselt onduliрend im Fallen und Steigen ab, so dass man annäherungsweise annehmen kann, dass der Verlust an Zugkraft beim Ansteigen und die Erleichterung durch die Wirkung der Schwerkraft beim Hinabfahren sich ausgleichen. Der Dienst wird meistens von leicht gebauten achträderigen Wagen versehen, welche die Form von drei bis vier mit einander verbundenen Deligences, die gesammte Länge von 31 bis 43½ Fuss und Sitze für 80 Personen haben, wofür 48 Plätze inwendig, und 32 auswendig auf dem Dache angebracht sind, zu welchen man mittelst zwei auf den Platformen des Wagens aufgestellten Treppen gelangt. Da der Wagen selbst 5 Tonnen Gewicht hat, und etwa die Hälfte der Reisenden ihr Handgepäck mitnehmen und bei sich in eigenen Fächern unter den Bänken aufheben können, so kann man jeden in allen Plätzen besetzten achträderigen Wagen etwa zu 10 Tonnen annehmen. Jeder Wagen wird mit vier Pferden

bespannt; der ganze Weg wird in einer Stunde 20 Minuten, nach Abzug der häufigen Aufenthalte aber, in 50 Minuten zurückgelegt, was 8 Meilen pr. Stunde entspricht; und die Pferde einer und derselben Bespannung zweimal des Tages in einer und Einmal in der entgegengesetzten Richtung den Weg zurücklegen. Hiernach ergibt sich bei der Geschwindigkeit von 8 Meilen pr. Stunde die tägliche Leistung eines Pferdes $= \frac{10. \times 22.5}{4} = 56$ Tonnen Brutto-Ladung, Eine Meile weit fortgeschafft. Nach der obigen Formel von Leslie wäre die Leistung nur 45 Tonnen, man muss aber bedenken, dass auf der New-York-Harlem-Bahn die Pferde auf ungefähr $2\frac{1}{2}$ Meilen durch die Stadt, auf einem guten, theils hölzernen, theils steinernen Pflaster laufen, was ihren Gang erleichtert.

Auf jenen Eisenbahnen im Staate New-York zwischen Albany und den Niagara-Fällen, wo streckenweise mit Pferden gefahren wird und die durchschnittliche Steigung $\frac{1}{300}$ beträgt, ziehen zwei Pferde zwei vierräderige Personen - Wagen mit 30 Personen mit der Geschwindigkeit von 6 Meilen pr. Stunde und legen in einem Tage im Ganzen 24 Meilen Bahnlänge zurück. Wenn jeder Personen-Wagen zu 3800 Pfd., 15 Personen sammt Gepäck zu 2550 Pf. angenommen wird, so ergibt sich die tägliche Leistung eines Pferdes zu $\frac{5.67 \times 24}{2} = 68$ Tonnen, und auf horizontaler

Bahn $= \frac{68 \times 2.00}{1.20} = 113$ Tonnen Eine Meile weit fortgeschafft, was dem Resultate der Formel sehr nahe kommt.

Bei dem Güter-Transport hat man folgende Daten.

Auf der sehr zweckmässig geregelten Little-Schuylkill-Pferde-Bahn in Pennsylvanien, wo der Haupt-Frachtartikel Kohle ist, der eigentliche Transport nach abwärts geschieht, und das Gefäll der Bahn im Durchschnitte 1 zu 250 beträgt, ziehet ein Pferd 3 beladene Kohlenwagen hinab, und bringt sie leer wieder zurück, mit einer Geschwindigkeit von $2\frac{1}{2}$ Meilen pr. Stunde und legt in einem Tage 28 Meilen zurück. In der Richtung nach abwärts ist der Widerstand der Reibung streckenweise gänzlich, streckenweise nur zum Theile von der Schwerkraft aufgehoben, in der entgegengesetzten Richtung aber muss das Pferd nebst dem Widerstande selbst die Wirkung der Schwerkraft überwinden; 3 leere Kohlenwagen zu 1 Tonne, gibt 3 Tonnen Last auf eine Steigung von $2\frac{1}{50}$, oder eine Last von $\frac{3 \times 1.75}{0.75} = 7$ Tonnen auf horizontaler Bahn, d. i. 196 Tonnen Eine Meile weit fortgeschafft. Die Formel $(12 - g)^2$ gibt bei der angenommenen Normal-Geschwindigkeit von 4 Meilen täglichen Arbeit 6 Stunden, die Leistung von 192 Tonnen Eine Meile weit transportirt, was wirklich als eine sehr befriedigende Übereinstimmung obi-

ger Annahme mit der praktischen Erfahrung angesehen werden muss.

Aus den hier angeführten Resultaten der Erfahrung folgert, dass auf Eisenbahnen, und zwar auf grossen Communications-Linien die Geschwindigkeit von 6 Meilen pr. Stunde für die Personen-Beförderung, und von 4 Meilen pr. Stunde für den Güter-Transport als zwei Normal-Grössen angenommen werden können, die sich praktisch und ökonomisch bewährt haben, und auch vorzugsweise anwenden lassen. Diese Geschwindigkeiten sind übrigens als durchschnittlich anzusehen, weil sie sich bei Steigungen reduciren und bei Gefällen vergrössern, so dass selbst bei der Annahme von durchschnittlich 6 Meilen für die Personen-Beförderung noch solche Geschwindigkeiten eintreten können, die das Pferd sehr angreifen.

Grössere Durchschnitte anzunehmen, in der Absicht, der Geschwindigkeit der Locomotive näher zu kommen, wäre so unpraktisch als unwirthschaftlich, zumal mit dem Zunehmen der Geschwindigkeit des Pferdes seine Leistungs-Fähigkeit in einem ungleich schnelleren Verhältnisse abnimmt, so dass gerade an jener Grenze, wo das Maximum des Laufes des Pferdes, das Minimum der Geschwindigkeit der Locomotive erreicht, seine Zugkraft Null wird. Praktisch gesprochen, sind ausserordentliche Geschwindigkeiten nur der Locomotive eigen, und es wäre ökonomisch gefehlt, wollte man solche mittelst Pferdekraft errei-

chen, denn man wird dadurch den Vortheil des Schienenweges rücksichtlich der Last verlieren, ohne doch die Concurrenz mit der Locomotive aushalten zu können.

Bei der obigen Annahme der durchschnittlichen Geschwindigkeit von 4 Meilen pr. Stunde für den Fracht-Transport, und von 6 Meilen pr. Stunde für die Personen-Beförderung, wird noch zu Gunsten der Pferdekraft gehandelt, wenn diese mit der Locomotiv-Kraft verglichen werden soll. Bevor jedoch auf diesen Vergleich überzugehen ist, mag Einiges über Letztere bemerkt werden.

Wie im III. Abschnitte Seite 77 berührt wurde, geht ein Theil der Wirkung des Dampfes auf die Kolben zur Besiegung der Reibung des Mechanismus der Locomotive, vermehrt durch die Last und die Schwerkraft beim Ansteigen, dann des Widerstandes der Blasröhre und der äussern Luft gegen die Kolben (Seite 51, 52) verloren, und der übrige Theil wird durch die Adhäsion der Treibräder auf den Rails, der Last des Wagenzuges sammt Locomotive und Tender mitgetheilt, welche jedoch durch die Wirkung der Schwerkraft beim Ansteigen, dann durch den Widerstand der Bahn-Krümmungen und der Luft gegen den Wagenzug vermehrt ist. Der erste Theil der Dampfkraft kommt bei deren Vergleich mit der Pferdekraft gar nicht in Rechnung, und da der benützbare Theil mit dem Umfange der Adhäsion gleichwirkend sein muss, so können zu dem beabsichtigten Vergleich

nur jene Leistungen der Locomotive in Betracht gezogen werden, welche von den Gleichungen (9) und (10), III. Abschnitt, Seite 75 bestimmt und in der Tabelle A bis F ersichtlich sind, wobei jedesmal die Brutto-Ladung nach Abzug des Gewichtes des Tenders, als die gemeinschaftliche Grundlage des Vergleiches beider Triebkräfte angenommen werden muss.

Hieraus leuchtet es ein, dass bei diesem Vergleiche die Locomotive nicht in dem vollen Umfange ihrer Kraft erscheint, denn einen bedeutenden Theil davon verwendet sie zur Aufhebung jener Widerstände, die ihrem Mechanismus eigen sind, zur Fortschaffung ihres eigenen Gewichtes, und jenes ihres Tenders, welch' sämmtliche bei Benützung der Pferdekraft gänzlich wegfallen. Mit Ausnahme des Reibung-Zuwachses durch die Ladung und die Schwerkraft beim Ansteigen, bleibt sich die gesammte Grösse dieser Widerstände, es möge die Locomotive ihre ganze Kraft entwickeln oder nicht, unverändert, und da dieser Verlust unabwendbar ist, so ist er verhältnissmässig weniger fühlbar, je grösser die Anstrengung der Locomotive ist; desshalb arbeitet diese Letztere erst dann am vortheilhaftesten, wenn der ganze Umfang ihrer Leistungs-Fähigkeit in Anspruch genommen wird.

Das Gesammte dieser Widerstände wächst zwar bei verschiedenen Locomotiven mit der Grösse der Locomotive selbst, jedoch in der Regel nicht so sehr

wie ihre Leistungs-Fähigkeit. Dieser Vortheil zu Gunsten der Locomotive schwererer Cathegorie rührt hauptsächlich daher, dass bei diesen konstanten Widerständen der Druck der Luft gegen die Kolben mit dem grössten Antheil erscheint, und dieser Druck erst wie das Quadrat des Durchmessers der Dampf-Cylinder sich verhält, während die Leistungs-Fähigkeit der Locomotive in dem viel günstigeren Verhältnisse der Belastung der Treibräder wächst. Hieraus folgt, dass es bei grösseren Leistungen, sei es wegen der fortzuschaffenden Masse oder wegen ungünstigeren Steigungs- und Krümmungs-Verhältnisse, im Allgemeinen die Anwendung schwererer Maschinen, der Kuppelung leichterer Locomotive mit einander um die gleiche Wirkung hervorzubringen, vorzuziehen ist; zumal, mit der Vermehrung der Anzahl der Locomotive zur Fortschaffung eines Zuges, Auslagen verbunden sind, welche zum Theile wegfallen, wenn zur Fortschaffung desselben Zuges statt der Zahl, die Schwere der Locomotive vermehrt wird. Diese Auslagen sind: der Zins der Anschaffungs-Kosten der Locomotive, die Erhaltung derselben, der Gehalt des Maschinen-Führers und des Heizers.

Für jene grossen Eisenbahn-Linien die durch Thäler und Gebirge gehen und dazu bestimmt sind, den Bedürfnissen eines ausgebildeteren Verkehrs zu entsprechen, taugen überhaupt die Locomotive leichterer Cathegorie nicht; weil diese bei dem beschränkten Umfange ihrer Leistungs-Fähigkeit,

eine Zergliederung der Transports-Masse erheischen, die mit einem ungehinderten und wohlgeregelten Verkehre gar nicht zulässig ist. Kommen noch überdiess starke Steigungen und scharfe Krümmungen vor, und wird auf die Verminderung der Adhäsion im Winter gehörige Rücksicht genommen, so tritt die Anwendung von Locomotiven schwererer Cathegorie fast als eine unerlässliche Bedingung des Bahn-Betriebs ein.

Die Resultate der Tabelle A und B (III. Abschnitt Seite 76) für Steigungen über 1 zu 135 und für $\frac{1}{12}$ Adhäsion, möge zum Beweise hierüber dienen. Es ist daher gerathen, in Nordamerika und in England bereits angenommen, in derlei Fällen solche starke Locomotive zu gebrauchen, bei welchen das Zuthun von Hilfs-Locomotiven auf die geringstmögliche Anzahl derselben und nur für einzelne Strecken reducirt sei. Hierbei ist die Grenze für die Schwere der Locomotive jedesmal von dem Trag-Vermögen der Rails (von der relativen Festigkeit) bestimmt. Die Vermehrung der Bewegkraft mittelst Hilfs-Locomotive ist immer als eine aussergewöhnliche Maassregel anzusehen, die wohl in gewissen Fällen eintreten muss, die aber immer, sowohl in Bezug auf Ökonomie als auch rücksichtlich des Dienstes, mit einigen Erschwernissen, und wenn man will, auch mit einiger Gefahr verbunden, die aber gerechtfertigt und praktisch ist, wenn sie spärlich angewendet wird. Erheischt diese auxiliäre Unterstützung mehr als zwei Hilfs-Loco-

motive, so stellt sich schon die Zergliederung der Transportmasse in mehrere Wagenzüge als räthlicher dar.

Um den Vergleich der Pferde- mit der Locomotivkraft auch auf derlei Maschinen schwererer Cathegorie auszudehnen, zugleich die Leistungs-Fähigkeit Letzterer kennen zu lernen, werden hier zwei solche Locomotive in Betracht gezogen, wovon die Eine bei 14.73 Tonnen gesammten Gewichtes die Treibräder mit 24,000 Pf. belastet, die Andere bei 16.96 Tonnen gesammten Gewichtes 28,600 Pf. Belastung auf die Treibräder hat; Erstere für Personen-Beförderung, Letztere für Frachten-Transport bestimmt ist, beide achträderig sind und nach obigen Ansichten vorzugsweise für jene Bahnstrecken anzuwenden wären, wo bei ungünstigen horizontalen und verticalen Projections-Verhältnissen der Bahn, ein lebhafter Verkehr Statt findet. Die nähere Beschreibung dieser Locomotive und ihre Leistungs-Fähigkeit bei verschiedenen Steigungs-, Krümmungs- und Adhäsions-Verhältnissen sind in nachstehenden Tabellen G und H enthalten.

Wie sich bei den Locomotiven der Tabellen *A*, *B*, *D*, *E*, *G* und *H* der Theil der von den constanten Widerständen verzehrten Dampfkraft zu der übrigen nutzbaren Kraft verhält, mag aus nächstfolgender Übersicht hervorgehen, in welcher die Locomotive Albany (Tabelle D.) auch mit dem Namen der mit derselben ganz gleichen Locomotive Virginia, und die Locomotive der

Tabelle *G* und *H* beziehungsweise mit dem Namen Nord-Amerika in Atlantica erscheinen, die Grösse der Treibräder in den früher angenommenen Dimensionen beibehalten und sämmtliche Widerstände, auf den Umkreis der Räder bezogen, berechnet sind. Hierbei wird bemerkt, dass als nutzbare Kraft jene Grösse angenommen wurde, welche von der Adhäsions-Kraft in den Tabellen bestimmt ist, da zur Fortschaffung der Last jedesmal eine der Adhäsionskraft entsprechende Grösse der Dampfkraft vorausgesetzt wird.

Na . . . . ., bei verschiedenen

die Triebräder entfallen.

Steigung Verhältn	= $\frac{A}{12}$ s gs- er	573 Fuss Krümmungs-halbmesser		Anmerkung
	Anzahl	Brutto-Ladung in Tonnen	Personen-Anzahl	
0	15	167.94	887	Durchmesser der Triebräder = 4′ 6″, Durchmesser des Cylinders = 12″. 5; Kolbenhub = 20″; reduzirte Heizfläche = 221 □′. Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{8}$ = 75.5 ℔ auf den □ Zoll und die entsprechende Geschwindigkeit = 15.5 engl. Meilen in der Stunde. Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{12}$ = 55.3 ℔ auf den □Zoll, und die entsprechende Geschwindigkeit = 18.2 engl. Meilen in der Stunde.
1/1000	95	136.54	708	
1/500	44	114.36	582	
1/250	52	85.66	415	
1/200	86	74.90	357	
1/135	76	57.25	257	
1/100	98	44.65	185	
1/80	46	36.08	136	
1/75	32	33.75	123	
1/64	99	28.29	92	
1/60	86	26 23	80	
1/55	70	23.47	65	
1/50	50	20.70	60	
1/30		8.10	.	
1/25		.	.	

N. . . . . ., bei verschiedenen

auf die Triebräder entfallen.

Steigu Verhält	raft = $\frac{A}{12}$			Anmerkung
	Fuss mungs- esser	573 Fuss Krümmungs- halbmesser		
	Netto-Ladung in Tonnen	Brutto-Ladung in Tonnen	Netto-Ladung in Tonnen	
0	128.09	201.15	116.05	Durchmesser der Triebräder = 3′ 8″, Durchmesser der Cylinder = 14″; Kolbenhub = 22″; reduzirte Heizfläche = 255 □Fuss. Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{7.5}$ = 62.2 ℔ auf den □′, und die entsprechende Geschwindigkeit = 11 engl. Meilen in der Stunde. Dampfdruck im Cylinder bei der Adhäsionskraft von $\frac{A}{12}$ = 45 ℔, und die Geschwindigkeit = 16 engl. Meilen in der Stunde.
1/100	101.65	163.80	91.31	
1/500	83.57	137.22	76.12	
1/50	60.51	102.25	56.11	
1/200	54.39	90.10	49.20	
1/135	39.39	69.04	37.16	
1/100	30.06	53.07	28.55	
1/80	23.80	43.73	22.70	
1/75	22.11	40.95	20.84	
1/64	18.16	34.48	17.41	
1/60	16.68	31.96	15.97	
1/55	14.75	28.73	14.13	
1/50	12.85	25.39	12.22	
1/30	2.98	10.59	2.59	
1/25	.	.	.	

Locomotive.	1 Gewicht der Locomotive in Tonnen.	2 Gewicht des Tenders in Tonnen.	3 Diameter der Cylinder in Füssen.	4 Diameter der Treibräder in Füssen.	5 Kolbenhub in Füssen.	6 Belastung der Treibräder in Tonnen.	Reibung der Locomotive in Pfunden: auf den Rails.	Reibung der Locomotive in Pfunden: des Mechanismus.	Reibung des Tenders auf den Rails in Pfunden.	Widerstand gegen die Kolben in Pfunden: durch die Blasröhre	Widerstand gegen die Kolben in Pfunden: durch die atmosphärische Luft.	Gesammter Widerstand in Pfunde.	Nutzbare Dampfkraft gleich mit der Adhäsionskraft.	Netto-Ladung bezeichnungsweise in Personen und Tonnen	Verhältniss der für die Last nicht nutzbaren zu der nutzbaren Kraft.
Personen-Locomotive.														Personen.	
Washington sechsräd.	9	6	0.87	4	1.50	5.71	72	54	48	46	607	827	1597	9.65	1:1.9
Philadelphia sechsräd.	12	6	1.00	4	1.67	8.25	96	72	48	75	881	1172	2309	1495	1:2.9
Nordamerika achträd.	14.73	7	1.04	4.50	1.67	10.72	118	88	56	65	846	1173	3466	1964	1:2.9
Fracht-Locomotive.														Tonnen.	
Gowan et Marx.	11	6	1.05	3.33	1.33	8.15	88	66.	48	75	932	105	2435	163.25	1:2.2
Virginia.	13.75	6	1.04	3.50	67	9.02	110	82	48	83	1090	1411	2693	178.44	1:1.9
Atlantica.	16.96	7	1.07	3.67	83	12.76	136	102	56.	110	447	85	3813	258.34	1:2.1

Aus dieser Übersicht geht hervor, was oben erwähnt wurde, dass nemlich in der Regel bei schwereren Locomotiven das Verhältniss der nichtnutzbaren zu der nutzbaren Kraft günstiger ist, als bei Leichteren, dass es aber für beide Gattungen in dem Masse ungünstiger wird, als man die Locomotive nicht mit voller Kraft arbeiten lässt. Daher scheint es gerathen zu dem Vergleiche der Pferde mit der Locomotiv-Kraft, die Leistungen Letzterer in dem Umfange anzunehmen, wie es von den Tabellen *A*, *B*, *D*, *E*, *G*, *H* geliefert wird, wiewohl eigentlich jene Leistungen nicht das theoretische Maximum darstellen, sondern sie vielmehr jenen von den angenommenen Adhäsions-Verhältnissen bestimmten Zugkräften der Locomotive entsprechen. Es ist diess also das praktische Maximum der Leistungen der Locomotive, so wie rücksichtlich der Pferdekraft obige Annahme die Leistungen darstellen, welche einer praktischen Anwendung der Pferde entsprechen. Diese Leistungen werden wir für beide Triebkräfte nur für eine horizontale geradlinige Bahn annehmen, da Steigungen und Krümmungen in einem und demselben Verhältnisse auf beide Triebmittel wirken, und bei was immer für Steigungs- und Krümmungs-Verhältnissen, die Kraft-Anstrengung sich immer gleich bleibt. Tabelle *I*, stellt die Resultate dieser Leistungen dar.

Tabelle *I.*

	Locomotive.	Leistungen der Locomotive auf horizontaler und geradliniger Bahn bei 1/8 Adhäsion für die Passagiere und 1/7.5 für die Fracht-Locomotive.				Leistungen der Pferde auf horizontaler und geradliniger Bahn.				Erforderliche Anzahl Pferde bei gleicher Leistung für beide Treibräder täglich *).
		Brutto-Ladung in Tonnen.	Geschwindigkeit pr. Stunde.	täglich zurückgelegter Weg.	täglicher Nutz-Effect einer Locomotive.	Brutto-Ladung in Tonnen.	Geschwindigkeit pr. Stunde.	täglich zurückgelegter Weg.	täglicher Nutz-Effect eines Pferdes.	
Passagier-Locomotive.	Washington	187.08	15.4	80	14966.40	4.40	6.	24.	105.5	137
	Philadelphia	273.04	10.5	80	21843.20	4.40	6.	24.	105.5	202
	Nordamerika	356.63	15.5	80	28530.40	4.40	6.	24.	105.5	265
Fracht-Locomotive.	Gowan et Marx.	289.70	14.1	100	28970.00	8.00	4	24	192	147
	Virginia.	319.29	12.4	100	31929.00	8.00	4	24	192	163
	Atlantica.	456.10	11.0	100	45610.00	8.00	4	24.	192	233

*) Bei der Berechnung der Pferde-Anzahl ist von der Brutto-Ladung jedesmal das Gewicht des Tenders abgezogen: z. B für die Locomotive *Gowan et Marx* hat man: $(289\ 70 - 6)\ \frac{100}{192} = 147.$

Will man aber auch den Fall berücksichtigen, wo die Adhäsion der Locomotive sich auf $\frac{1}{12}$ der auf die Treibräder entfallenden Belastung vermindert, womit eine grössere Geschwindigkeit verbunden ist, so wird man den Vergleich beider Triebkräfte aus folgender Übersicht erhalten.

Tabelle K.

	Locomotive.	Leistung der Locomotive auf horizontaler und geradliniger Bahn bei $\frac{1}{12}$ Adhäsion für die Passagiere und Fracht-Locomotive.				Leistungen der Pferde auf horizontaler und geradliniger Bahn.				Erforderliche Anzahl Pferde bei gleichen Leistungen für beide Triebmittel täglich.
		Brutto-Ladung in Tonnen.	Geschwindigkeit pr. Stunde.	täglich zurückgelegter Weg.	täglicher Nutz-Effect einer Locomotive.	Brutto-Ladung in Tonnen.	Geschwindigkeit pr. Stunde.	täglich zurückgelegter Weg.	täglicher Nutz-Effect eines Pferdes.	
Passagier-Locomotive.	Washington	120.51	23.26	80	9640.80	4.40	6	24	105.5	86
	Philadelphia	176.82	16.00	80	14145.60	4.40	6	24	105.5	130
	Nordamerika	231.64	18.20	80	18531.20	4.40	6	24	105.5	171
Fracht-Locomotive.	Gowan et Marx.	175.58	18.80	100	17558.00	8.00	4	24	192	88
	Virginia(Albany)	193.04	16.40	100	19304.00	8.00	4	24	192	97
	Atlantica.	277.33	16.00	100	27733.00	8.00	4	24	192	140

Um nun das Verhältniss der Pferde zur Locomotiv-Kraft in Geld-Werthe darzustellen, ist es nöthig, die Betriebs-Kosten beider dieser Triebmittel, wie sie für die nordamerikanischen Eisenbahnen von der Erfahrung geliefert worden sind, zu berechnen.

Pferde. Das Pferd arbeitet durch vier Tage ununterbrochen und rastet den ganzen fünften Tag aus. Für je 4 Pferde in Thätigkeit wird also Ein Pferd im Stalle als ruhend berechnet. Dieses ersetzt aber die kranken Pferde nicht, sondern es wird zu je neun gesunden Pferden ein zehntes krank — ausser Dienst — angenommen. Hiernach muss man zu einem täglichen Dienste von 40 Pferden, der Pferdestand zu 55, oder für 8 Pferde in täglicher Thätigkeit, 11 Pferde in der Fütterung und sonstigen Erhaltung annehmen. Ein Pferd mittlerer Stärke kostet im Durchschnitte 100 Dollars mithin 11 Pferde 1100 Dollars, zu 6% Zins jährlich . . . . . 66 Dollars.

Es wird ferner bei derlei Geschäften die Dauer eines Pferdes zu sechs Jahren angenommen, daher die Entwerthung des darauf verwendeten Capitals zu $\frac{1}{6}$, mithin zu 11 Pferde der Ersatz der ausgemusterten zu berechnet. 183.33 „

An Heu und Stroh für 11 Pferde jährlich . . . . . 755.33 „

Fürtrag . . 1004.66 Dollars.

Übertrag .	1004.66	Dollars
An Hafer	696.66	«
An Geschirre, Beschlagen und Arzneien	297	«
1 Kutscher zu 28 Dollars monatlich, und jährlich . .	336	«
2 Stallknechte zu 28 Dollars monatlich und jährlich . .	672	«
und täglich: $\frac{3006.32}{365} =$ . .	$\frac{3006.32}{8.24}$	«
mithin für jedes Pferd in Thätigkeit täglich $\frac{8.24}{8} =$.	1.03	Dollars
Locomotive. Locomotive Washington: Zins des ersten Anschaffungs - Capitals von 6500 Dollars sammt Tender = 390 Dollars jährlich, und täglich $\frac{390}{365} =$	1.10	Dollars
Eben so viel für eine Locomotive in der Remise oder unter Reparatur, für jede in Thätigkeit	1.10	«
An Entwerthung bei 10 Jahren Dauer $\frac{6500}{10 \times 365}$	1.78	«
An Reparaturen der Locomotive und Tender, Öl und Baumwoll-Abfälle, gemäss Re-	3.98	Dollars

	3.98	Dollars.
sultat der Erfahrung auf der Baltimore - Ohio - Eisenbahn und andern Bahnen, bei einem täglichen Dienste von 80 Meilen Bahnlänge horizontal und gerade . .	7.76	«
Brennmaterial zu 0.00042 Cords Fichtenholz pr. Tonne und Meile, mithin für 14966.40 Tonnen in einem ganzen Tage 6.28 Cords zu 3.50 Dollars	21.98	«
Verbrauch an Kohlen in den Wasser-Stationen, Erhaltung derselben und der Locomotiv-Schoppen .	3.36	«
Gehalt des Maschinen-Führers und Heizers	3.50	«
Gesammte Kosten pr. Tag für die Locomotive Washington . . .	40.58	«
Locomotive Philadelphia. Zins des ersten Anschaffungs-Capitals von 7000 Dollars sammt Tender $\frac{420}{365}$	1.15	Dollars
7000 Dollars für das Duplicat .	1.15	«
An Verwerthung des Capitals und entsprechender Erneuerung $\frac{7000}{10 \times 365}$	1.92	«
An Reparaturen, Öl und Baumwoll-Abfällen	8.46	«
An Brennmaterial. Fichtenholz, $21843 \times 0.00042 = 9.17$ Cords .	32.09	«
	44.77	Dollars

	44.77	Dollars.
Für die Wasser-Stationen und Locomotiv-Schoppen	3.95	«
Gehalt des Maschinen-Führers und Heizers	3.50	«
Tägliche Kosten für die Locomotive Philadelphia	52.22	Dollars
Locomotive Nordamerika. Zins des ersten Anschaffungs-Capitals von 8500 sammt Tender $\frac{510}{365}$ . .	1.40	«
detto für das Dupplicat	1.40	«
An Entwerthung und gänzlichen Ersatz nach zehn Jahren $\frac{8500}{10\times365}$.	2.33	«
An Reparaturen, Öl etc.	9.75	«
An Brenn - Material. Fichtenholz $28530 \times 0.00042 = 11.98$ Cords	41.93	«
Für Wasser-Stationen etc. . . .	4.55	«
Gehalt des Maschinen-Führers und Heizers	3.50	«
Tägliche Kosten für die Locomotive Nordamerika	64.86	Dollars
Locomotive Gowan et Marx. Zins des ersten Anschaffungs-Capitals von 8000 sammt Tender . . .	1.31	Dollars
detto für das Dupplicat	1.31	«
Entwerthung und Ersatz $\frac{8000}{10\times365} =$	2.20	«
An Reparaturen, Öl etc.	9.15	«
	13.97	Dollars

	13.97	Dollars.
An Brenn - Material, Fichtenholz 28970 × 0.00042 = 12.16 Cords	42.56	«
Für Wasserstationen	5.00	«
Gehalt des Maschinen-Führers und Heizers	3.50	«
Tägliche Kosten für die Locomotive Gowan et Marx	65.03	«
Locomotive Virginia, für Zins des Capitals, Ersatz, Reparaturen, Wasser-Stationen und Gehalte wie für die Locomotive Gowan et Marx .	22.47	«
Für das Brenn-Material 319 29 × 0.00042 = 13.41 Cords	46.93	Dollars
Tägliche Kosten für die Locomotive Virginia	69.40	Dollars
Locomotive Atlantica. Zins des ersten Anschaffungs - Capitals von 10,700 Dollars sammt Tender	1.76	«
Für das Dupplicat	1.76	«
Entwerthung und Erneuerung nach zehn Jahren $\frac{10.700}{10 \times 365}$	2.90	«
An Reparaturen, Öl etc.	11.55	«
An Brenn - Material. Fichtenholz, 45610 × 0.00042 = 19.15 Cords	67.02	«
Für Wasser-Stationen etc. . . .	6.75	«
Gehalt des Maschinen - Führers und Heizers	3.50	«
Tägliche Kosten für die Locomotive Atlantica	95.24	Dollars

Das Holz-Erforderniss von 0.00042 Cords pr. Tonne Brutto-Ladung und Meile entspricht (S. VII. Abschnitt) der Geschwindigkeit von 12 Meilen pr. Stunde und wurde daher hier zur Anwendung auf die Ergebnisse der Tabelle I, in welcher die Geschwindigkeit der Locomotive im Durchschnitte nur wenig 12 Meilen übersteigt, angenommen. Für jene aber in der Tabelle K für die Personen-Beförderung angesetzten Geschwindigkeiten von 16 bis 23.26 Meilen pr. Stunde, muss das Holz-Erforderniss zu 0.0008 Cords pr. Tonne und Meile, und die Reparaturs-Auslagen um $\frac{1}{3}$ höher angenommen werden, wornach die täglichen Kosten für die Passagier-Locomotive wie folgend sich herausstellen.

Locomotive Washington: Zins des Anschaffungs-Capitals, Entwerthung und Erneuerung, Wasser-Stationen und Gehalte wie oben .	10,54 Doll.
An Fichtenholz zu 0.0008 Cords pr. Tonne und Meile für 9641 Tonnen 7.71 Cords zu 3.50 Dollars .	26,98 «
An Reparaturen $7.76 + \frac{7.76}{3} =$ . . .	10,34 «
Tägliche Kosten für die Locomotive Washington	47.86 «
Locomotive Philadelphia, Zins des Anschaffungs-Capitals, Verwerthung und Erneuerungen, Wasser-Stationen und Gehalte wie oben	11.67 «

An Fichtenholz zu 0.0008 Cords pr. Tonne und Meile für 14146 Tonnen 11.31 Cords zu 3.5	39.58 Doll.
An Reparaturen etc. $8.46 + \frac{8.46}{3} =$	11.28 «
Tägliche Kosten für die Locomotive Philadelphia	62.53 Doll.
Locomotive Nordamerika — Zins des Anschaffungs-Capitals, Entwerthung, Erneuerungen, Wasserstationen und Gehalte wie oben	13.18 «
An Fichtenholz 18531 Tonnen zu 0.0008 Cords pr. Tonne, 14.82 Cords zu 3.50 Dollars	51.87 «
An Reparaturen $9.75 + \frac{9.75}{3} =$ . .	13.00 Doll.
Tägliche Kosten für die Locomotive Nordamerika	78.05 Doll.

Strenge genommen nimmt das Holzerforderniss von 0.00042 Cords bei mässiger und von 0.0008 Cords pr. Tonne und Meile bei grösserer Geschwindigkeit mit dem Zunehmen der Stärke der Locomotive ab, so dass der Verbrauch an Holz bei schwereren Locomotiven verhältnissmässig geringer ist, als bei leichtern; und da die angenommenen Quantitäten aus dem Ergebnisse der Erfahrung über Locomotive mittlerer Cathegorie ausgemittelt wurden, so wäre für die Locomotive Nordamerika, Gowan et Marx, Virginia und Atlantica eine Reduction obi-

ger Aufsätze vorzunehmen, wollte man der Wahrheit näher kommen. Gleichwohl wurde hier zu Gunsten der Pferdekraft auch für die Locomotive schwererer Cathegorie dasselbe Holzquantum beibehalten, wie für die leichteren, da dieses Verfahren der vergleichenden Berechnung eine grössere Sicherheit verleiht.

Wenn nun die berechneten Kosten auf die Ergebnisse der Tabelle I und K angewendet werden, so ergibt sich nach Tabelle L folgender Vergleich.

So wie in den vorigen ist auch in dieser Tabelle die Bahn als horizontal und geradlinig angenommen. Um jedoch die vergleichenden Kosten der Locomotive- und Pferdekraft für die vier Locomotive Philadelphia, Nordamerika, Gowan et Marx und Atlantica auf einer grossen Eisenbahnlinie kennen zu lernen, auf welcher verschiedene Neigungsverhältnisse vorkommen, bietet folgende Tabelle M die Zusammenstellung der von den Tabellen A, G, E und H diessfalls gelieferten Resultate.

Die früher mittelst Pferdekraft betriebene Bahnstrecke in der Parrs-spring-ridge hatte die Länge von $3\frac{1}{2}$ Meilen und die Neigung von 1 zu 30 und ungefähr eben so viel das Gefäll. Bei der von der Gesellschaft angenommenen Transports-Masse von täglich 400 Passagiere und 192 Tonnen Netto-Ladung durch die ganze Bahn und in beiden Richtungen zusammen wären $3.50 \times 400 = 1400$ Personen und $3.50 \times 192 = 672$ Tonnen Eine Meile weit fortgeschafft.

Kosten	Einheits-Kosten pr. Person, pr. Tonne u. Meile		Verhältniss des Zeitaufwandes der Locomotive zu jenem der Pferdekraft
Pferdekraft	Dampfkraft	Pferdekraft	
Dollars	Cents	Cents	
141.11	0.0005	0.0017	1 : 2.56
89.58	0.0009	0.0018	1 : 3.87
208.06	0.0004	0.0017	1 : 1.75
133.90	0.0008	0.0017	1 : 2.66
269.95	0.0004	0.0017	1 : 2.58
176.15	0.0008	0.0018	1 : 3.03
151.41	0.0039	0.0093	1 : 3.39
167.89	0.0039	0.0064	1 : 3.15
239.99	0.0037	0.0093	1 : 2.75

ca bei der Geschwindigkeit von 11 Meilen		Anmerkungen
Kosten der Dampfkraft pr. Tonne und Meile	Kosten der Pferdekraft pr. Tonne und Meile	
Cents	Cents	
0.0037	0.0093	Der von der Locomotive täglich zurückgelegte Weg wird bei der Personen-Beförderung zu 80, bei dem Fracht-Transport zu 100, die Geschwindigkeit der Pferde im ersteren Falle zu 6, im letzteren Falle zu 4 Meilen pr. Stunde, der täglich zurückgelegte Weg in beiden Fällen zu 24 Meilen angenommen.
0.0048	0.0120	
0.0058	0.0147	
0.0082	0.0208	
0.0095	0.0239	
0.0125	0.0316	
0.0161	0.0406	
0.0198	0.0499	
0.0210	0.0532	
0.0248	0.0625	
0.0294	0.0741	
0.0672	0.1694	

Da aber für jede Richtung nur die Hälfte des Weges zum Ansteigen zu rechnen ist, so sind für die Steigung von $\frac{1}{30}$ 700 Personen und 336 Tonnen Eine Meile weit fortzuschaffen in Rechnung zu bringen und zwar für 700 Personen zu 0.098 Cents. pr. Person und Meile . . . . . 68.60 Doll.
Für 336 Tonnen zu 1.880 Cents. pr. Tonne und Meile . . . . . 63.16 «
Im Ganzen in der Richtung des Ansteigens . . . . . 131.76 Doll.
Zwischen den Rampen waren horizontale Strecken um etwa die Hälfte der gesammten Länge vorhanden, auf welcher dieselbe Anzahl Pferde die doppelte Anzahl Wagen zogen. Daher wird vom obigen Betrage $\frac{1}{4}$ . . . . . 32.94 «
abgeschlagen und es verbleibt der Betrag der wirklichen Auslagen von . . . . . 98.82 Doll.
Die für Locomotiv-Kraft umgebaute Bahn-Strecke hat die Länge von 4.75 Meilen, und die Steigung von 1 zu 64.
In der Richtung des Ansteigens kommen daher $400 \times \frac{4.75}{2} = 950$ Personen Eine Meile weit zu befördern zu 0.0104 pr. Person . . . 9.88 Doll.

und $192 \times \frac{4{\cdot}75}{2} = 456$ Tonnen	9.88 Doll.
Netto Ladung Eine Meile weit fortzuschaffen zu 0·0255	11.63 «
Im Ganzen in der Richtung des Ansteigens	21.51 «
Mithin ergibt sich bei der Anwendung der Locomotiv-Kraft eine tägliche Ersparniss von	77.31 Doll.
gegen die Pferdekraft, welches der jährliche Betrag von	28,218.15 «
Die Umgestaltung jener Bahnstrecke von einer Pferde- in eine Locomotiv-Bahn nahm (VII. Absch. S. 202) die Bausumme von 160.000 Doll. in Anspruch. Diess gibt nach dem Zinsfuss von 6% den jährlichen Betrag von	9.600 «
Hierzu die vermehrten Bahnerhaltungskosten zu 850 Doll. pr. Meile Bahnlänge für $\frac{3}{4}$ Meile . . .	637.50 «
mithin jährlich	10237.50 «
folglich gewann die Gesellschaft durch die erfolgte Umgestaltung, an Geld jährlich	17980.65 «

Dollars, und an Zeit eine dreifache Schnelligkeit, als es bei der Benützung der Pferdekraft auf jener Strecke der Fall war: ein Resultat, welches den Erwartungen der Gesellschaft (II. Abschnitt S. 29) vollkommen entsprochen hat.

Wenn übrigens die Ergebnisse der Tabellen I. K. L und M näher ins Auge gefasst werden, so ergeben sich aus dem Vergleiche der Pferde mit der Locomotivkraft folgende Betrachtungen.

Bei der Personen-Beförderung mit der mässigen Geschwindigkeit im Durchschnitte von 14 Meilen ist das Verhältniss der Auslagen für Bewegkraft für Locomotive, zu jenen für Pferde wie 1 zu 4, und doch der Zeitaufwand bei Letzterer noch das zweifache als jener bei Ersterer.

Wird auf die Oeconomie an Geld zum Theile verzichtet, um jene Geschwindigkeit zu benützen, die der Locomotive eigen und zugleich sehr praktisch ist, z. B. von 20 Meilen pr. Stunde, so stehet die Locomotivkraft, rücksichtlich der Betriebsauslagen, noch in dem Verhältnisse wie 1 zu 2 gegen die Pferdekraft im Vortheile; rücksichtlich der Zeit aber stellt sich hierbei die Ersparniss wie 1 zu 3.

Bei der Fortschaffung von Lasten mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 12½ Meilen pr. Stunde, was wohl bei dem Verkehre zu übersteigen kaum räthlich sein dürfte, stehet die Locomotivkraft, rücksichtlich der Betriebs-Auslagen, wie 2 zu 5, und rücksichtlich des Zeit-Aufwandes, wie 1 zu 3 gegen die Pferdekraft im Vortheile.

Aus diesen Verhältnissen ergibt sich, dass man bei neuen Bahnanlagen einen grossen Spielraum hat, um, in der Absicht der Ausmittlung günstigerer Steigungs-Verhältnisse für das Bahn-Niveau, ihrer horizontalen Projection eine angemessen längere

Entwickelung zu verleihen, und man wird dabei, trotz den im Verhältnisse der grössern Länge vermehrten Anlagskosten, sowohl an Betriebskosten als an Fahrzeit immer gegen die Benützung der Pferdekraft auf der kürzern Linie noch im Vortheil stehen. In den Resultaten der Umbauung der Bahnstrecke an der Parrs-spring-ridge liegt der deutlichste Beweis vor Augen.

Hinsichtlich der Schwere der Locomotive zeigen die Tabellen *L* und *M*, dass die Kosten der bewegenden Kraft bei stärkern Locomotiven verhältnissmässig geringer sind als bei Leichtern. Z. B. die Locomotive Nordamerika leistet das zweifache als die Locomotive Washington, und die bewegende Kraft kostet täglich beiläufig nur die Hälfte mehr, so dass bei gleicher Leistung die täglichen Kosten einer schwereren Locomotive und jener einer leichteren im Vereine mit einer gleichwirkenden Hilfs-Locomotive wie 3 zu 4 sich verhalten. Dieses Verhältniss nimmt mit der Anzahl der Hilfs-Locomotive fast nach einer geometrischen Progression zu, und es ist daher von Wichtigkeit, bei der Anwendung dieser auxiliären Kraft spärlich zu Werke zu gehen. Gleichwohl unterliegt auch die Schwere der Locomotive gewissen Grenzen, die zunächst von der Stärke der Rails bestimmt sind, so wie anderseits die verkehrenden Massen oft eine solche Grösse der Wagenzüge bedingen, welche doch bei gewissen Neigungs- und Krümmungs-Verhältnissen der Bahn das Zuthun von Hilfs-Locomotiven unentbehrlich

macht. Bei einem wohlgeregelten Bahnbetriebe ist die Geschwindigkeit, und zwar die Normal-Geschwindigkeit ein gegebenes Element, die Masse des Transportes sollte es auch sein; die Eintheilung und Grösse der fortzuschaffenden Massen brauchen aber eine Zeit, bis sie eine feste unveränderliche Gestalt gewinnen können, und bis dahin ändert sich fast alle Tage die Grösse der Züge. Indessen kann man immer aus den statistischen Verhältnissen der bereits im Verkehr sich befindenden Massen einen Anhaltspunct schöpfen, um a priori zwischen gewissen Grenzen die Grösse der Züge zu veranschlagen: diese zwei Elemente — Normal-Geschwindigkeit und Grösse der Züge — a priori gegeben, so bleibt die Aufgabe zu lösen übrig, die Schwere der Locomotive darnach und mit Rücksicht auf die Neigungs- und Krümmungs-Verhältnisse, dann auf die Stärke (relative Festigkeit) der Rails, zu bestimmen. Hierbei tritt das Zuthun der Hilfs-Locomotive auf jenen Strecken ein, auf welchen die Kraft allein der zur Fortschaffung des Zuges bestimmten Locomotive nicht zureichen würde, den Widerstand der Schwerkraft beim Ansteigen und der Bahnkrümmungen zu überwinden, wobei die Hilfs-Locomotive die erforderliche bewegende Kraft zu ergänzen hat.

Mit dem horizontalen und vertikalen Projections-Verhältnisse der Bahn wechselt auch der von der Locomotive zu überwindende Widerstand; hierdurch tritt eine Veränderung ihrer Wirkung

ein, und da während der Fahrt die eigentliche Last des Wagenzuges nicht darnach modificirt werden kann, weil bei einem wohlgeregelten Bahnbetriebe die Zergliederung der verkehrenden in einer Fahrt gehenden Transportsmasse nicht wohl leicht thunlich ist, so ist es die Geschwindigkeit, die sich nach Massgabe der Bahnneigungen und Krümmungen modificiren muss. Es geschieht also bei dem praktischen Bahnbetriebe das Umgekehrte von dem, was zur Berechnung der Tabellen *A* bis *H* angenommen wurde; da in denselben die Geschwindigkeit als konstant und nur die Ladung als veränderlich erscheint, während in der Wirklichkeit Diese konstant und nur Jene veränderlich ist.

In beiden Fällen und bei übrigens gleichen Umständen, bleibt sich aber das Verhältniss zwischen Ladung und Geschwindigkeit gleich, weil diese zwei Resultate immer von den Gleichungen (3), (9) und (10) (III. Absch. S. 57 u. 75) abgeleitet sind.

Die Normal-Geschwindigkeit, die bei jedem wohlgeregelten Verkehre a priori bestimmt sein muss, kann daher Nichts anders sein, als eine durchschnittliche Grösse der nach Massgabe der Ladung, der Bahnsteigungen und Krümmungen streckenweise verschieden sich ergebenden Geschwindigkeiten, eine durchschnittliche Grösse, welche jedoch auch von der Länge der vorkommenden, verschieden geneigt und gekrümmten Strecken abhängig ist.

Die Tabelle *N* enthält für die Passagiere-Locomotive Philadelphia und Nordamerika, dann für die Fracht-Locomotive Gowan et Marx und Atlantica, und für eine gegebene Ladung jene verschiedenen Neigungs- und Krümmungs-Verhältnissen der Bahn entsprechenden Geschwindigkeiten des Wagenzuges. Diese Tabelle zeigt ferner die Grenze, wo Hilfs-Locomotive zukommen müssen, um die zur Fortschaffung der Last erforderliche Zugkraft zu ergänzen.

Für die Locomotive Philadelphia wurde die Nettoladung zu 400 Passagiere angenommen, und es zeigt sich, dass in der günstigeren Jahreszeit, wo die Adhäsionskraft im Durchschnitte $\frac{1}{8}$ des auf die Treibräder angenommenen Gewichtsantheils der Locomotive (die Locomotive wiegt 12 Ton.) beträgt, erst bei der Steigung von 1 zu 135 die Unterstützung durch eine gleichwirkende Hilfs-Locomotive einzutreten hätte, und dass bis zu dieser Steigung die Geschwindigkeit, bei den in Rechnung gezogenen Neigungs- und Krümmungs-Verhältnissen, zwischen 22.2 und 12.2 Meilen wechseln würde. Für die Locomotive Nordamerika, für welche die Nettoladung zu 600 Passagiere pr. Fahrt gesetzt ist, würde ebenfalls erst bei der Steigung von 1 zu 135 die Unterstützung durch eine gleichwirkende Hilfs-Locomotive eintreten, und die Geschwindigkeit zwischen 25.6 und 12.8 Meilen wechseln.

Bei einer Nettoladung von 100 Tonnen und bei der Annahme von $\frac{1}{7.5}$ Adhäsion, müsste die Fracht-

Locomotive Gowan et Marx bei einer Steigung von 1 zu 250 durch eine Hilfslocomotive unterstützt werden, und bis zu dieser Grenze würde sich die Geschwindigkeit von 17.5 auf 14 Meilen modificiren.

Für die Locomotive Atlantica (16.96 Tonnen wiegend), welcher eine Nettoladung von 130 Tonnen pr. Fahrt angewiesen ist, würde ebenfalls erst auf der Steigung von 1 zu 250 eine Hilfslocomotive zukommen müssen, und die Geschwindigkeit würde zwischen 16 und 11.5 Meilen wechseln. Wo mit der Zunahme der Steigung eine Vermehrung der Anzahl der Hilfslocomotive eintritt, ist aus den weiteren Resultaten der Tabelle zu entnehmen. Bei näherer Betrachtung der Ergebnisse der Tabelle *N* dringt sich immer mehr die Ueberzeugung auf, wie wichtig es ist, bei der Ausmittelung (Tracirung) einer Eisenbahnlinie auf dem Felde, die Neigungs- und Krümmungs-Verhältnisse der Bahn mit möglichster Rücksicht auf den Umfang der Leistungen der Locomotive zu bestimmen. Horizontale und vertikale Projections-Verhältnisse der Bahn, Stärke (relative Festigkeit) der Bahnschienen, Schwere (respective Zugkraft) der Locomotive, und die Anzahl von Hilfslocomotiven sind Elemente, welche mit einander im Zusammenhange stehen, und gleichsam als Functionen der auf der Bahn fortzuschaffenden Massen zu betrachten sind, und umgekehrt.

Bei der Ausmittlung der Linie für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn wurde diess Alles berücksich-

Nachweisen Steigungs- wie Krümmungs-

Namen der Locomotive	Adhäsionskraft von $\frac{A}{7.5}$		**Atlantica** mit 130 Tonnen Fracht				
Steigungs-Verhältniss	Anzahl der Hülfs-	ilen bei 573 Fuss Krümmungshalbmesser	Anzahl der Hülfs-Locomotive	Geschwindigkeit in Meilen bei geradlinigter Bahn	2000 Fuss Krümmungshalbmesser	1000 Fuss Krümmungshalbmesser	573 Fuss Krümmungshalbmesser
0	all	14.8	allein	16.9	16.2	15.3	14.4
1/1000	all	14.1	allein	14.8	14.2	13.6	12.8
1/500	all	—	allein	13.2	12.7	12.1	11.5
1/250	all	15.0	eine	16.7	16.0	15.4	14.5
1/200	all	14.1	eine	14.7	14.3	14.0	13.5
1/160	all	13.0	eine	13.5	13.2	12.9	12.4
1/115	ei	15.6	eine	12 6	12.3	12.0	11.7
1/100	ei	14.0	zwei	13.5	13.3	13.1	12.9
1/75	ei	14.1	drei	13.7	13.5	13.4	13.1
1/60	zv	14.2	drei	12.3	12.2	12.1	11.9
1/50	zv	13.2	drei	11.2	11.1	11.0	10.8
1/30	fü	10.5	sechs	10.4	10.3	10.2	10.0

tiget, und erst aus einer Reihe von Vergleichen mehrerer Alternative unter sich, wobei auch die commerziellen Verhältnisse in gehörigen Anbetracht gezogen wurden, wurde jene Linie zur Ausführung gewählt, welche die technischen, ökonomischen und commerziellen Anforderungen am vortheilhaftesten in sich vereinigte. Dieses Verfahren ist nicht neu, auch nicht ausschliesslich amerikanisch; wir beobachten es auch, und wir müssen es befolgen, so oft zwischen zwei Endpuncten, verschiedene Richtungen für die Eisenbahnlinie sich darbieten.

Die Hauptobjecte, welche bei einem solchen Vergleiche in Berücksichtigung gezogen werden, sind: 1) die commerziellen Verhältnisse; 2) die wahre Länge der Linie, d. i. die abgemessene Distanz, dann die Virtual-Länge zum Behufe der Berechnung der bewegenden Kraft; 3) die Anlagskosten für den Unterbau, für den Oberbau und für die Gebäude; 4) die Erhaltungskosten dieser Objecte und 5) die Kosten der bewegenden Kraft der Betriebsmittel und die sonstigen Betriebs-Auslagen, bei einer gegebenen Quantität der verkehrenden Massen. Das gesammte jährliche Erforderniss für die Objecte 3), 4) und 5) gibt den Massstab zum Vergleiche jeder Linie mit den übrigen Alternativlinien.

Die Virtual-Länge einer Linie zwischen zwei gegebenen Puncten ist weiter Nichts, als die wirkliche Baulinie zwischen denselben Puncten mit ih-

ren Steigungen und Krümmungen in eine horizontale und gerade Linie verwandelt, welche rücksichtlich der Erfordernisse an bewegender Kraft, der wirklichen Baulinie gleichgestellt ist, und diese auch wirklich bei der Berechnung der bewegenden Kraft repräsentirt. Die Berechnung der Virtuallänge beruhet auf folgender Annahme.

Die Reibung des Wagenzuges, welche die Locomotive auf horizontaler und geradliniger Bahn zu überwinden hat, beträgt (III. Absch. S. 55) 8 ℔ pr. Tonne der Bruttoladung, d. i. sie beträgt $\frac{1}{280}$ derselben. Auf einer geradlinigen Bahnsteigung von 1 zu 280 ist derselbe Kraftaufwand erforderlich, um die Wirkung der Schwerkraft aufzuheben (III. Abschnitt S. 55, 56).

Wenn nun a die Reibung auf horizontaler und geradliniger Bahn, b die Länge der wirklichen Baulinie, B die Bruttoladung bezeichnet, und die Steigung derselben $\frac{1}{280}$ beträgt, so wird der gesammte Widerstand $= B.\ b(a + 2240.\frac{1}{280}) = B.b(a + a)$ $= B.b.a(1 + 1)$; also: der gesammte auf der Bahnlänge b mit der Steigung von 1 zu 280 erforderliche Kraftaufwand, gleicht dem Kraftaufwande, welchen eine horizontale und geradlinige Bahn doppelter Länge in Anspruch nimmt. Beträgt nun die Steigung 1 zu n, so ist der gesammte zu überwindende Widerstand $= B.b(a + a\frac{280}{n}) = B.(1 + \frac{280}{n})\ ba$;

d. i. die Virtuallänge ist bei der Steigung $\frac{1}{n}$ und bei geradliniger Bahn durch $b(1 + \frac{280}{n})$ ausgedrückt.

Rücksichtlich der Krümmungen haben die gemachten Versuche (III. Absch. S. 52) gezeigt, dass der Widerstand, welchen der Wagenzug in einer Bahnkrümmung mit 400 Fuss Halbmesser erfährt $= \frac{e}{2}$, ferner, dass bei übrigens gleichen Umständen dieser Widerstand für verschiedene Krümmungen umgekehrt wie ihre Halbmesser sich verhält. Für eine Krümmung von 200 Fuss Halbmesser ist also der Widerstand wegen der Krümmung allein $= a$; beträgt nun die Grösse der Krümmung in Graden des Kreises $K°$, so ist der Widerstand

$$= \frac{K°.\nu.200 \times 2}{360}.a,$$

und wenn die Krümmung einen ganzen Kreis bildete, so wäre der Widerstand $= 200 \times 2.a.\nu$, für eine andere Bahnkrümmung mit dem Halbmesser h und für den ganzen Kreis dieses Halbmessers wäre der Widerstand $= \nu.h \times 2 \times \frac{200}{h}.a = 200 \times 2a.\nu$;

also: für alle Krümmungen deren gesammte Grösse, in Graden des Kreises ausgedrückt, einen ganzen Kreis ausmachen, bleibt sich der Widerstand gleich, so, dass der gesammte Widerstand dieser Bahnlinie wegen der Krümmungen, wenn z die von den Bahnkrümmungen einer Linie gebildete Anzahl Kreise ausdrückt $= 200z.2a.\nu$, ist.

Wenn nun für ν sein Werth $= 3.14159$ gesetzt wird, so ist für einen ganzen Kreis der Widerstand $= 1256.a$: also, für alle Bahnbögen, deren gesammte Grösse, in Graden des Kreises ausgedrückt,

den ganzen Umkreis ausmachen, gleicht der Widerstand der Krümmungen jenem einer horizontalen und geradlinigen Bahn-Länge von 1256 Fuss, so dass für die Bahnstrecke b die horizontale und geradlinige Virtual-Länge $= b(1 + \frac{280}{n}) + 1256\,z$ ist. Für die Bahnstrecke über die Wasserscheide des Alleghany-Gebirges bei Sand-patch-summit, und zwar von oberhalb Cumberland bis an den Casselmanns-River, beträgt die abgemessene Länge 41·424 Meilen, die zu ersteigende Höhe auf der östlichen Abdachung 1671,08 Fuss, auf der westlichen Abdachung 313·30 Fuss und die vorkommenden Bahnkrümmungen machen 6018° oder 16,72 ganze Kreise aus: die Virtual-Länge wird von folgender Tabelle *O* geliefert.

Tabelle *O*.

Abgemessene Distanz	Steigung von Osten nach Westen	Steigung von Westen nach Osten	Mittlere Steigung	Krümmungen in Kreis-Anzahl ausgedrückt	Zusatz an der Länge wegen der mittleren Steigung	Zusatz wegen der Krümmung	Virtual-Länge mit Rücksicht bloss auf die Steigungen	Virtual-Länge mit Rücksicht auf Steigungen und Krümmungen
Meilen	Fuss	Fuss	Fuss		Meil.	Meil.	Meil.	Meilen
41 42	1671·08	313·30	992 19	16.72	37.58	3·977	79·01	82·98

Da sich die täglichen Kosten der bewegenden Kraft auf den täglich von der Locomotive auf horizontaler und geradlinigter Bahn zurückzulegenden Weg beziehen, und dieser Weg in der Normal-Distanz von 80 Meilen für Passagiere und 100 Meilen für Fracht-Locomotive angenommen ist, so werden die Kosten für dasselbe Quantum Fracht, und für eine bestimmte Normal-Geschwindigkeit auf nicht horizontaler und nicht geradlinigter Bahn mit Rücksicht auf die Resultate der Tabelle *O*, und zwar in dem Verhältnisse der Resultate selbst zu der Normal-Distanz berechnet.

Wenn z. B. bei der Personen-Beförderung x die täglichen Kosten für Maschinenführer und Heizer, y jene für Brennmaterial, z jene für die Erhaltung, Werthverminderung etc. der Locomotive und des Tenders für eine horizontale und geradlinige Bahn bezeichnet, so werden sich die Kosten der bewegenden Kraft für die Strecke über den Sand-patch-summit wie folgt herausstellen, als:

Für den Gehalt des Maschinenführers und Heizers. . . . . $\frac{2\times 41{,}42}{80}.x$,

für Brennmaterial . . . . . $\frac{2\times 82{,}98}{80}.y$,

für Erhaltung der Locomotive und Tender . . . . $\frac{2\times 41{,}42+3.98}{80}.z$.

Diess sind die Kosten lediglich für die bewegende Kraft; zu den Förderungskosten gehören noch die Gehalte für die Conducteure und Packer, und diese werden, so wie jene für die Maschinenführer, nach der abgemessenen wirklichen Entfernung, die Kosten aber für die Erhaltung der Wagen werden, so wie jene für Erhaltung der Locomotive, nach der virtualen Distanz für Krümmungen berechnet. Zinse für Reserve- und Betriebs-Mittel, dann Bahnerhaltungs- und Regieauslagen bleiben sich für alle horizontalen und verticalen Projections-Verhältnisse gleich; Kosten für Hilfs-Locomotive werden für jene Strecken, deren Steigungs-Verhältnisse nach der Angabe der Tabelle *N* das Hinzukommen von Hilfs-Locomotiven erfordern, besonders berechnet.

Das hier Angeführte zeigt, welch' mächtigen Einfluss oft die Steigungs- und Krümmuugs-Verhältnisse auf die Wahl der Baulinie nehmen, wenn zwischen ihren zwei gegebenen Endpuncten verschiedene Linien als ausführbar sich darstellen; da sich die Kosten für die bewegende Kraft nicht nach der abgemessenen wirklichen Distanz der gegebenen Endpuncte, sondern nach der zwischen denselben sich ergebenden Virtuallänge richten. Hierdurch erklärt man sich, wie in manchen Fällen die kürzere Linie nicht eben die wohlfeilere sein könne, und die weitere daher zum Bau vorgezogen werden müsse, wenn nemlich in diesen Fällen die Mehrkosten für die Anlage und Erhaltung der weitern

Bahnlinie noch unter den Mehrkosten für die bewegende Kraft auf der kürzern Linie sich herausstellen. Hierbei entscheiden aber nicht allein die zu ersteigenden Höhen, sondern auch die hierzu ausgemittelten Steigungs-Verhältnisse, da bei einer und derselben zu ersteigenden Höhe die sanftere Steigung gegen die steilere im Vortheile stehet. Diess gehet am anschaulichsten aus der Tabelle *A* bis *H*, dann aus der Tabelle *N* hervor, welche zeigen, dass bei $\frac{1}{60}$ Steigung die Ladung mehr als das Dreifache ist, als bei $\frac{1}{30}$, obwohl diese erst das Zweifache jener beträgt.

Diess erklärt sich durch den Umstand, dass im letztern Falle ein ungleich grösserer Kraft-Aufwand der Locomotive zur Fortschaffung ihres eigenen Gewichtes und jenes des Tenders verloren geht, als diess bei der sanftern Steigung der Fall ist, ein Nachtheil welcher sich noch mehr fühlbar macht, wenn Hilfs-Locomotive angewendet werden müssen, wie diess die Tabelle *N* zeigt.

Bei voller Benützung des Verdampfungsvermögens einer Locomotive bleibt sich ihre Kraftäusserung in allen Fällen gleich; aber ihre Wirkung rücksichtlich der Ladung ist es, welche, bei übrigens gleichen Umständen, je nach der Bahnneigung, je nach der Grösse der Adhäsion der Treibräder auf den Rails sich ändert. Am störendsten für den Betrieb äussern die stärkeren Steigungen beim Eintreten der geringeren Adhäsion ihren Einfluss; so zeigt z. B. die Tabelle *G*, dass bei $\frac{1}{12}$ Adhäsion und

bei $\frac{1}{30}$ Steigung die Bruttoladung nur 9·11 Tonnen beträgt; nun aber wiegt der Tender einer derlei Locomotive etwa 7 Tonnen, so bleiben nur 2·11 Tonnen, d. h. es bleibt nicht einmal so viel Nutzkraft übrig, um Einen leeren Wagen zu ziehen; wogegen bei der Steigung von 1 zu 50 noch etwa 60, und bei 1 zu 60 schon etwa 95 Personen befördert werden könnten.

Die von den Tabellen für die Nettoladung gelieferten Resultate sind zwar nur als approximativ anzusehen, bieten jedoch für den practischen Gebrauch einen hinreichend richtigen Anhaltspunct dar, um zur Folgerung zu berechtigen, dass es für Handelshauptlinien, und selbst wenn Locomotiven schwerer Cathegorie angewendet werden sollen, nicht räthlich sei, das Steigungs-Verhältniss von 1 zu 50 zu überschreiten. Die Amerikaner haben bei ihren Haupt-Eisenbahnverbindungen (II. Abschnitt, S. 34) diesen Grundsatz befolgt, wiewohl die dort übliche Spannkraft des Dampfes im Kessel, von 70 bis 80 Pfd., bisweilen sogar von 120 Pfd. auf den Quadratzoll für ungefähr das Maximum der Grösse der Adhäsion der Treibräder auf den Rails berechnet ist. Navier hat eine gleiche Ansicht in seiner vortrefflichen *Resumé des leçons sur l'application de la Mécanique etc. etc.* (III. Theil, Titel XX) ausgesprochen.

Bahnneigungen über 1 zu 50 z. B. zwischen $\frac{1}{40}$ und $\frac{1}{25}$ werden auch bedenklich beim Bergabfahren der Züge. Durch die Wirkung der Bremsen

wird zwar die rollende Reibung der Räder auf den Rails in eine schiebende Reibung verwandelt und dadurch die Wirkung der Schwerkraft auf der schiefen Ebene aufgehoben. Allein der Coefficient der schiebenden Reibung, welchen, nach den Gesetzen der Statik, die Tangente des Neigungswinkels der schiefen Ebene bestimmt, auf welcher ein Körper durch die Reibung in Ruhe bleibt, ändert sich mit dem Zustande der Oberfläche der Rails und kann für Eisen auf Eisen von $\frac{2}{7}$ auf $\frac{1}{10}$ des Normaldruckes und noch darunter sich herabmindern; ferner erwägt man, dass das ganze Fuhrwerk nicht mit einem Male zugleich, die Locomotive im Gange gar nicht gebremst werden kann; und bringt man ausserdem das Beharrungsvermögen, womit der in Bewegung sich befindende Wagenzug behaftet ist, in Rechnung, so wird man aus all Dem ermessen, wie schwer es hält, bisweilen auch unmöglich werden kann, bei einem schlüpfrigen Zustande der Oberfläche der Rails beim Frost oder Glatteis auf Gefällen zwischen 1 zu 40 und 1 zu 25 den Wagenzug zum Stillstand zu bringen, zumal wenn die Bremsenvorrichtungen ihren Dienst versagen sollten.

In England hat man zwar in der neuesten Zeit auf der Locomotive-Bahn von Birmingham nach Gloucester, in Schottland auf jener von Glasgow nach Cowlairs Neigungs-Verhältnisse beziehungsweise von 1 zu $37\frac{1}{2}$ und 1 zu 40 angewendet; allein es sind erst nur $2\frac{1}{4}$ und $1\frac{1}{2}$ Meilen lange Strecken, die mit diesem Gefälle angelegt wurden, und dessen

ungeachtet gehet der Betrieb nicht ohne Anstände vor sich. Auf der Lickey-Incline der Birmingham-Gloucester Bahn hat sich der Fall ereignet, dass ein Zug beim Hinabfahren durch die Bremsen nicht angehalten, und in der Absteigsstation zu Bronsgrove — am Fusse der schiefen Ebene — nicht mehr zum Stillstehen gebracht werden konnte, sondern durch sein gewaltiges Beharrungsvermögen noch um etwa eine Meile über die Station hinaus getrieben wurde.

Tabelle

verschiedener Gewichte, Maasse, Münzen und Coefficienten.

Gewichte.

Eine amerikanische Tonne = 2000 amerikanische ℔ = 0·907 französische Tonneaux.

Eine grosse engl. Tonne = 2240 engl. ℔ = 1·016 franz. Tonneaux = 18·14 Wiener Zent. = 20 engl. Quintals = 1015·949 Kilogr.

Ein amerikanisches Pfund = 1 engl. ℔ = 0·45355 Kilogr. = 0·8099 Wiener ℔ = 0·9071 neu franz. ℔ = 0·9265 alt franz. ℔.

Ein englisches Quintal = 112 engl. ℔ = 50.7976 Kilogr.

Ein Wiener Zentner = 100 Wiener ℔ = 56·0012 Kilogr.

Ein Wiener Pfund = 1·2347 engl. ℔ = 1·144 alt franz. ℔ = 1·120 neu franz. ℔ = 0·560012 Kilogr.

Ein alt französisches Pfund = 1·079 engl. ℔ = 0.874 Wiener ℔ = 0·4895 Kilogr.

Ein Kilogramme = 2.205 engl. ℔ = 1·786 Wiener ℔ = 2·043 alt franz. ℔ = 2·0 neu franz. ℔

Maasse.

Eine amerik. Meile = 1 engl. Meile = 0,217 geogr. Meilen = 1·609 Kilometer.

Eine engl. Meile = 1760 engl. Yards = 5280 engl. Fuss = 848·50 W. Klaft. = 1609·31 Meter.

Eine geographische Meile = $\frac{1}{15}$ des Grades des Meridiankreises = 4·602 englische Meilen = 1·666 franz. Lieues = 7407·41 Meter = 3905.60 Wiener Klafter.

Ein Kilometer = $\frac{1}{10.000}$ des nördl. Erdquadranten = 1000 Meter = 527.25 Wiener Klafter.

Ein englisches Yard (imperial) = 3 englische Fuss = 0·91438348 Meter = 2.8155 Pariser Fuss = 2·8926 Wiener Fuss.

Eine Wiener Klafter $\frac{1}{58.384}$ des Erd-Meridiangrades = $\frac{1}{5272554}$ des nördlichen Erdquadranten = 6 Wiener Fuss = 6·2228 engl. Fuss = 5·8387 Pariser Fuss = 1·896614 Meter.

Ein Meter = $\frac{1}{10.000.000}$ des nördlichen Erdquadranten auf dem Pariser Meridiankreise gemessen = $\frac{1}{100.000}$ des Decimal-Grades desselben = 3·0784 Pariser Fuss = 3·2809 engl. Fuss = 0·5273 Wiener Klafter = 3·16353 Wiener Fuss.

Ein englischer Fuss = 0·3048 Meter = 0.9642 Wiener Fuss = 0·938 Pariser Fuss.

Ein Wiener Fuss = 0·3161 Meter = 1·037 englischer Fuss = 0·9731 Pariser Fuss.

Ein Bushel (Körpermass) = 4 Pecks = 8 Gallons = 36·348 Kub. Decimeters = 0·59 Wiener Metzen.

Ein Gallon = 4·543 Cub. Decimeter = 0·16 engl. Kub. Fuss = 3·210 Wiener Maass.

Ein Cord Holz ist 8 Fuss lang, 4 Fuss breit und 4 Fuss hoch = 128 Kub. Fuss engl. Maass = 114·31 Kubik-Fuss Wiener Maass, = 100·25 Kubik-Fuss franz. Maass.

Münze.

Ein Doppeladler (Goldmünze) = 10 Dollars = 20 Gulden 48 Kreutzer 2 Pfennig Conv. M. W. W. (20 fl. Fuss.)

Ein Dollar (Silber-Münze) 100 Cents) = 5 Francs 33 Centimes = 2 Gulden $3\frac{1}{2}$ Kreutzer C. M. W. W.

Ein Pfund Sterling (Liv. St.) = 1 Sovereign = 20 Schillings = 4 Dollars 85 Cents = 9 Gulden 24 Kreutzer 3 Pfennig C. M. W. W.

Eine Guinee (Gold-Münze) = 21 Schilling = 9 Gulden 58 Kreutzer C. M. W. W.

Eine Crown (Silber-Münze) = 5 Schill. = 5 Franks $80\frac{3}{4}$ Centimes = 2 Gulden 21 Kreutzer 1 Pfennig C. M. W. W.

Ein Schilling (Silber-Münze 12 Pence) = 28 Kreutz. 1 Pfennig C. M. W. W. = 1 Francs $16\frac{1}{7}$ Centimes.

Einige Coefficienten.

Schwerkraft freifallender Körper. Erzeugt am Ende der ersten Secunde eine Geschwindigkeit von $32\frac{1}{6}$ engl. Fuss, und durchfällt in

dieser Zeit einen Weg von $16\frac{1}{12}$ engl. Fuss ($16\frac{1}{12}$ engl. Fuss ist die Gallileische Zahl); $v = \sqrt{2gh}$ ist der Ausdruck der Geschwindigkeit für fallende Körper, wobei g der doppelte Fallraum in der ersten Secunde oder $32\frac{1}{6}$ Fuss, h die Fallhöhe und v die Geschwindigkeit am Ende derselben bezeichnet.

Atmosphäre. Der atmosphärische Druck wird gewöhnlich gleich einer Säule Quecksilber von 30 engl. Zoll Höhe = einer 34 engl. Fuss hohen Wassersäule = $14\frac{3}{4}$ engl. ℔ auf einer Fläche von 1 Zoll im Gevierte angenommen (v. Tredgold).

Thermometer. Nach Fahrenheit ist der Nullpunct 32° unter dem Eispunct und das siedende Wasser ist durch 212° über Null bezeichnet; während nach Réaumur, Null den Eispunct und 80° das siedende Wasser bezeichnet.

Wenn daher n die Grade-Anzahl nach Fahrenheit und x den entsprechenden Grad des Thermometers nach Réaumur bezeichnet, so ist immer

$$x = \frac{4}{9}(n - 32).$$

Wasser (vom Flusse). Ein Kub. Fuss (engl. Maass) wiegt 62.5 engl. ℔. Ein Gallon Wasser 10.2 engl. ℔.

Inhalts-Verzeichniss.

I. ABSCHNITT.

Seite

Kurze Darstellung der horizontalen und verticalen Projections-Verhältnisse der Bahn . . . 1

Pferde-Bahn im Innern der Stadt Baltimore . . . 15

II. ABSCHNITT.

Umgestaltung einer Pferde- in eine Locomotiv-Bahn auf der Strecke an der Parrs-spring-ridge . . 26

Übersicht der durch die Abschaffung der Thier und Einführung der Locomotiv-Kraft errungenen ökonomischen Vortheile. — Stärkste Steigungen auf einigen Locomotiv-Bahnen Nordamerikas. — Die Locomotiv-Kraft ist das allgemein angenommene Fortschaffungs-Mittel . 32

III. ABSCHNITT

Leistung der Locomotive 44

Theoretische Berechnungen auf Grundlage der neuen Theorie des Chev. de Pambour mit Rücksicht auf Steigungen und Krümmungen 45

Vergleichende Übersicht der Leistungen der Locomotive auf der steilsten Strecke ($\frac{1}{84}$) an der Parrs-spring-ridge . 64

Übersicht der Leistungen einiger amerikanischen Locomotive, gemäss angestellter Beobachtungen . . . 67

Berechnung der Kraft der Locomotive durch die Adhäsion der Treibräder auf den Rails und Formeln hierzu . 74

Seite

Tabelle über die Leistungs-Fähigkeit einiger nordamerikanischen Locomotive bei verschiedenen Steigungs- und Krümmungs-Verhältnissen 74
Tabelle *A* für die sechsräderige Locomotive Philadelphia . 76
» *B* » » » » » » Washington . —
» *C* für die Locomotive auf der Baltimore Ohio-Eisenbahn . . . . . —
» *D* für die achträderige Locomotive Albany . . —
» *E* » » » » » » Gowan et Marx —
» *F* » » » » » » auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn . . . . . —

IV. ABSCHNITT.

Unterbau und Gebäude 80
Brücke über den Patapsco-Fluss, nach dem Systeme zusammengesetzter Gitter- und Sprengwerke . . . 85
Viaduct über den Potomac-Strom bei Harpers-Ferry nach ähnlichem Systeme 90

V. ABSCHNITT.

Bahn-Oberbau und verschiedene Systeme hiezu . . 99
Oberbau mit Flachschienen (Platrails) 100
Nachtheile dieses Systems 104
Oberbau mit hochkantigen Schienen, ⊥ Rails. . . 107
Latrobe's Project über das Z Rails-System . . . 110
Vergleichende Tabelle über verschiedene Rails-Systeme . 115
Das Latrobe'sche System wird nicht angenommen. — Oberbau mit ⊓ Rails auf der Strecke von Harpers-Ferry bis Cumberland 117

VI. ABSCHNITT.

Locomotiv-Maschinen, sechs und achträderige amerikanische Locomotive 126
Geschichtliches über den Locomotive-Bau in Nordamerika —
Sechsräderige amerikanische Locomotive 130
Achträderige amerikanische Locomotive, Verbesserungen und Erfindungen der Mechaniker Eastwick et Harrison, William Norrit et Comp., Baldwin et Vail aus Philadelphia 149

Seite

Näheres über das Anhaftungs-Vermögen (die Adhäsion) der Treibräder auf den Rails 171

VII. ABSCHNITT.

Bahnbetrieb, Betriebsmittel und Ergebnisse . . 185
Brennmateriale zur Heizung der Locomotive . . . 188
Amerikanische achträderige Wagen 191
Achträderige Schnee-Räumungswagen 196
Übersicht der Anlagskosten 202
Ökonomischer Stand der Unternehmung bis Ende des Jahres 1841 204
Übersicht der jährlichen Einnahmen und Betriebs-Auslagen für die letzten Betriebsjahre bis inclusive 1841 . . . 204

VIII. ABSCHNITT.

Vergleichende Berechnung der Locomotive- und Pferdekraft. — Hilfs-Locomotive . . . 208
Vergleich der Pferdekraft auf Eisenbahnen und auf Chaussées 208
Abnehmender Vortheil der Eisenbahnen über die Chaussees bei zunehmender Steigung 212
Formel für die Zugkraft des Pferdes bei gegebener Geschwindigkeit 214
Geschwindigkeit auf einigen Pferdebahnen in Nordamerika und Annahme der Geschwindigkeit zur Grundlage des Vergleiches 217
Widerstände bei jeder Locomotive, die bei jeder beliebigen Ladung einen constanten Aufwand ihrer Dampfkraft in Anspruch nehmen 221
Tabelle *G*, *H* über die Leistungsfähigkeit nordamerikanischer Locomotive schwerer Cathegorie. (Diese Locomotive erscheinen später beziehungsweise mit den Namen Nordamerika und Atlantica) 226
Tabelle der constanten Widerstände bei den Locomotiven Washington, Philadelphia, Nordamerika, Gowan et Marx, Virginia (Albany) und Atlantica . . . 227
Grösse der Nutzkraft bei den genannten Locomotiven in Pferdekräfte ausgedrückt (Tabelle *I* und *K*) . . 229

Seite

Tägliche Kosten der bewegenden Kraft für Pferde und Locomotive 231

Vergleich der Pferde- mit der Locomotivkraft (Tabelle *L* und *M*) und Ersparnisse durch die erfolgte Umgestaltung einer Pferde- in eine Locomotive-Bahn an der Parrs-spring-ridge 238

Über die Schwere der Locomotive und die Anwendung von Hilfs-Locomotiven 242

Tabelle *N* zur Nachweisung der verschiedenen Geschwindigkeiten und des Zuthuns von Hilfs-Locomotiven bei constanter Ladung und bei verschiedenen Steigungs-Verhältnissen für die Locomotive Philadelphia, Nordamerika, Gowan et Marx und Atlantica . . . 245

Über den Vergleich unter verschiedenen zwischen zwei gegebenen Endpuncten ausführbaren Eisenbahnlinien . 246

Berechnung und Benützung der Virtual-Länge zwischen zwei gegebenen Endpuncten mit Rücksicht auf die zu ersteigende Höhe und auf die Krümmungen; oder Entwickelung einer geneigten und gekrümmten, in eine horizontale und gerade Linie zum Behufe der Berechnung der bewegenden Kraft 248

Tabelle *O* hierzu 250

Tabelle verschiedener Gewichte, Maasse, Münzen und Coefficienten 257

Berichtigungen.

Seite	4	Zeile	16	statt Alleghory	lies Alleghany
»	6	Tabelle	»	Total.. 37,540	» Total...374,443
»	7	Zeile	16	» westlichen	» östlichen
»	10	»	2	» als die	» als den
»	12	»	26,27	» von 29⅕ Meile pr. Stunden	» 29⅕ Meilen pr. Stunde
»	18	»	7	» auch D	» auch r
»	25	»	16	» Bristol-Great-Western Railway kommen	» Bristol, Great-Western-Railway, kommen
»	26	»	15	» jenseitige	» diesseitige
»	27	»	20	» Schenectody	» Schenectady
»	35	»	5	» sei; haben	» sei, haben
»	37	»	24	» jenes Unternehmen.	» jene Gesellschaft
»	—	»	26	» denn die Gesellschaft	» denn dieselbe
»	49	»	21	» $\frac{WF}{c+c'D}$	» $\frac{wF}{c+c'D}$
»	77	»	13	» 7 und 9 Seite	» 7 und 9 — Seite
»	122	»	1	» Tab. XI	» Taf. XI
»	157	»	15	» Excentriques noch	» Excentriques, noch
»	»	»	16	» Steuerungshebel, geschieht	» Steuerungshebel geschieht
»	173	»	24—25	» Anhaften	» Anhaftens
»	203	»	3	» Amock	» Ancock
»	224	»	12	» möge	» mögen
»	226	»	2	» Nord-Amerika in Atlantica	» Nordamerika und Atlantica
»	229	Tabelle I letzte Rubrik, statt für beide Treibräder			lies für beide Triebmittel
»	231	Zeile	2	statt in Geldwerthe	lies im Geldwerthe
»	240	»	10	» der jährliche Betrag von 28,218,15	» den jährlichen Betrag von 28,218,15 Dollars gibt

In der Landkarte statt Pennsylvan lies Pennsylvania

5
6
7
44
43
42
41
40
39
MAINE
NEW HAMPSHIRE
Portland
Concord
Merrimac
Portsmouth
Exeter
Newburyport
Nashua
Lowel
Salem
Boston
Worcester
Providence
Taunton
N Bedford
Cape Cod
Norwich
Stonington

TF 25 .B2 G31
Die Baltimore-Ohio Eisenbahn u
Stanford University Libraries
3 6105 041 647 780

Stanford University Library
Stanford, California

In order that others may use this book, please return it as soon as possible, but not later than the date due.